



TUGAS AKHIR TERAPAN – RC145501

**PERENCANAAN TEKNIS DRAINASE SALURAN  
SEKUNDER NGAGEL JAYA SELATAN DAERAH  
NGAGEL TIRTOSARI KOTA SURABAYA**

FADHELLA RIZKY PREVIASWARY  
NRP. 3112 030 108

HERI SAPUTRA MANURUNG  
NRP. 3112 030 119

Dosen Pembimbing :

Ir. FX DIDIK HARIJANTO, CES  
NIP.19590329 198811 1 001

PROGRAM DIPLOMA III TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

2015



FINAL APPLIED PROJECT – RC145501

**THE TECHNICAL PLANNING OF SECONDARY  
NGAGEL JAYA SELATAN DRAINAGE AT NGAGEL  
TIRTOSARI SURABAYA**

FADHELLA RIZKY PREVIASWARY  
NRP. 3112 030 108

HERI SAPUTRA MANURUNG  
NRP. 3112 030 119

Lecturer Advisor :

Ir. FX DIDIK HARIJANTO, CES  
NIP.19590329 198811 1 001

PROGRAM STUDY DIPLOMA III CIVIL ENGINEERING  
Faculty Of Civil Engineering and planning Sepuluh Nopember  
Institute Of Technology  
Surabaya

2015

**PERENCANAAN TEKNIS DRAINASE SALURAN  
SEKUNDER NGAGEL JAYA SELATAN DAERAH  
NGAGEL TIRTOSARI KOTA SURABAYA**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Ahli Madya  
pada  
Bidang Studi Bangunan Air  
Program Diploma Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya**

**Surabaya, 07 Juli 2015**

**Disusun oleh :**

**Mahasiswa I**



**Fadhell Rizky Previaswary**

**NRP. 3112 030 108**

**Mahasiswa II**



**Heri Saputra Manurung**

**NRP. 3112 030 119**

**Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :**



**F. FX Didik Harijanto, CES**

**NIP. 19590329.198811.1.001**

**13 JUL 2015**

# **PERENCANAAN TEKNIS DRAINASE SALURAN SEKUNDER NGAGEL JAYA SELATAN DAERAH NGAGEL TIRTOSARI KOTA SURABAYA**

Nama Mahasiswa : Fadhella Rizky Previaswary  
NRP : 3112030108  
Nama Mahasiswa : Heri Saputra Manurung  
NRP : 3112030119  
Dosen Pembimbing : Ir. FX Didik Harijanto, CES  
NIP : 19590329.198811.1.001

## **ABSTRAK**

*Perencanaan drainase saluran Ngagel Jaya Selatan dimaksudkan untuk mengatasi genangan yang sering melanda di daerah Ngagel Tirta Sari yang berada dalam sistem saluran Kali Sumo. Di saat musim penghujan, sering terjadi genangan air hujan sehingga membuat aktifitas masyarakat menjadi terganggu.*

*Dalam perencanaan ini dilakukan perhitungan curah hujan rencana dengan metode log pear`son type III dan metode gumbel. Hasil perhitungan distribusi diolah menjadi perhitungan Intensitas hujan dengan metode Dr. Mononobe. Sehingga didapat debit rencana, kemudian menghitung full bank capacity. Perhitungan debit rencana dan full bak capacity selanjutnya dibandingkan. Apabila  $Q$  rencana lebih besar daripada  $Q$  tampungan maka dilakukan redesign. Kemudian metode yang dipakai adalah perhitungan hidrograf dan backwater.*

*Dari hasil perhitungan terlihat bahwa debit banjir rencana pada titik pengamatan 2 sebesar  $11,946 \text{ m}^3/\text{det}$  dengan debit saluran eksisting sebesar  $3,699 \text{ m}^3/\text{det}$ , kemudian debit banjir rencana pada titik pengamatan 3 sebesar  $12,911 \text{ m}^3/\text{det}$  dengan debit saluran eksisting sebesar  $12,235 \text{ m}^3/\text{det}$ , dan debit banjir*

*rencana pada titik pengamatan 4 sebesar 12,899 m<sup>3</sup>/det dengan debit saluran eksisting sebesar 4,833 m<sup>3</sup>/det terjadi perbedaan dengan kondisi meluber. Ini disebabkan oleh dimensi saluran tidak sesuai dengan debit yang direncanakan.*

Kata kunci : genangan, curah hujan, intensitas, debit rencana, debit ekisting, *redesign*.

# **THE TECHNICAL PLANNING OF SECONDARY NGAGEL JAYA SELATAN DRAINAGE AT NGAGEL TIRTOSARI SURABAYA**

Student Name : Fadhella Rizky Previaswary  
NRP : 3112030108  
Student Name : Heri Saputra Manurung  
NRP : 3112030119  
Lecture Advisor : Ir. FX Didik Harijanto, CES  
NIP : 19590329.198811.1.001

## **ABSTRACT**

*Planning Ngagel Jaya Selatan drainage channel is intended to address the puddle that often occurs in areas that are in Ngagel jaya selatan duct system. In the rainy season, around the area of Karang Menjangan frequent rain puddles that make people become disturbed activity.*

*In this planning scheme rainfall calculation method and the long Gumbel distribution type III person. The result of the calculation is processed into the calculation of the distribution of rainfall intensity with Dr. methods Mononobe. In order to get the discharge, and then calculate the full bank capacity, calculation of the discharge, and the full bank capacity then compared. If  $Q$  is greater than  $Q$  plans bin then do a redesign. Then the calculation method used is the hydrograph and backwater.*

*From the result of the calculation shows that the flood discharge plan at the observation point 2 of  $11,946 \text{ m}^3/\text{s}$  with a discharge of  $3,699 \text{ m}^3/\text{s}$  of existing channel, then flood discharge plan at the observation point 3 of  $12,911 \text{ m}^3/\text{s}$  with existing discharge channel amounted to  $12,235 \text{ m}^3/\text{s}$  and flood discharge plan at the observation point 4 of  $12,899 \text{ m}^3/\text{s}$  with a discharge of*

*4,833 m<sup>3</sup>/s of existing channel any difference to the condition of the overflow water. This is due to the dimensions of the channel is not in accordance with the planned discharge.*

Keywords : inundation, rainfall, intensity, dischargeplans,  
existing discharge, redesign

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyusun Tugas Akhir Terapan.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, Kami mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih pada :

1. Kedua Orang Tua dan saudara kami atas do'a dan dukungannya selama ini,
2. Dosen Wali yang telah berkenan menjadi pengganti Orang tua kami di Kampus,
3. Bapak Ir.M. Sigit Darmawan, M, Eng., Ph.D, selaku Ketua Program Diploma Sipil FTSP – ITS,
4. Bapak Ir.FX Didik Harijanto, CES selaku dosen Pembimbing kami yang telah banyak membantu kami dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan,
5. Teman – teman khususnya anak Bangunan Air yang telah banyak membantu,
6. Serta semua pihak yang telah membantu kami dalam penyelesaian Tugas Akhir Terapan yang tidak dapat kami sebut satu – persatu.

Akhir kata, kami menyadari bahwa penyusunan Tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan untuk dapat mencapai kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca akan kami terima.

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya dan pembaca pada umumnya, Amin.

Surabaya, Juli 2015

Penyusun



*“ Halaman Ini Sengaja di Kosongkan “*

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I .....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	1
1.3    Batasan Masalah.....	2
1.4    Tujuan Studi .....	2
1.5    Manfaat.....	2
1.6    Lokasi Studi.....	3
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1    SDMP (Surabaya Drainage Master Plan).....	5
2.2.1    Drainase Sumo.....	6
BAB III.....	10
METODOLOGI .....	10
3.1    Studi Literatur.....	10
3.2    Tahap Penelitian.....	10
3.3    Analisa Hidrologi .....	11
3.3.1    Parameter dasar statistik.....	12
3.3.1.1    Analisa Curah Hujan Maksimum Harian Rata-rata	12

3.3.1.2	Analisa Curah Hujan Rata-Rata Wilayah .....	13
3.3.1.2.1	Metode Polygon Thiessen .....	13
3.3.1.2.2	Metode Aritmatika.....	14
3.3.1.3	Analisa Curah Hujan Rencana.....	14
3.3.1.3.1	Metode Distribusi Gumbel .....	15
3.3.1.3.2	Metode Log Person type III.....	17
3.3.1.4	Uji Kecocokan Distribusi Frekuensi Curah Hujan Rencana.....	23
3.3.1.4.1	Uji Kecocokan Chi-Kuadrat .....	24
3.3.1.4.2	Uji Smirnov-Kolmogorov.....	25
3.3.1.5	Koefisien Pengaliran.....	27
3.3.1.6	Intensitas Curah Hujan .....	30
3.3.1.7	Perhitungan Debit Banjir Rencana .....	31
3.4	Analisa Hidrolika.....	32
3.4.1	Kecepatan Aliran (V).....	33
3.4.2	Kemiringan Dasar Saluran (I0) .....	34
3.4.3	Koefisien Kekasaran Mannning (I0) .....	34
3.4.4	Perhitungan Full Bank Capacity.....	35
3.4.5	Perbandingan Q Full Bank Capacity dengan Kapasitas Rencana.....	36
3.4.6	Perhitungan Dimensi Saluran .....	36
3.4.6.1	Penampang Segi Empat.....	36
3.4.6.2	Penampang Trapesium .....	37

3.4.7	Perbandingan Q <i>Full Bank Capacity</i> dengan Kapasitas Rencana.....	38
3.4.8	Desain Saluran.....	38
3.5	Bagan Alir Penyusunan Proyek Akhir.....	39
	39	
BAB IV	.....	40
ANALISA DAN PERENCANAAN	.....	40
4.1	Perhitungan curah hujan rata rata .....	40
4.2	Analisa Frekuensi .....	41
4.3	Perhitungan Distribusi .....	45
4.3.1	Metode Distribusi Gumbel .....	45
4.3.2	Log Pearson Tipe III.....	49
4.4	Uji Kecocokan Distribusi Hujan.....	53
4.4.1	Uji Chi Kuadrat Distribusi Log Pearson III.....	53
4.4.2	Uji Smirnov Kolmogorov .....	55
4.5	Perhitungan Hujan Rencana .....	59
4.6	Perhitungan Intensitas Hujan.....	59
4.7	Perhitungan Koefisien Pengaliran (C).....	65
4.8	Perhitungan Debit Banjir Rencana .....	67
4.10	Analisa Kapasitas Tampung Saluran ( <i>Full Bank Capacity</i> ) .....	72
4.10.1	Perhitungan Full Bank Capacity Di Saluran Primer Kali Sumo.....	73
4.10.2	Perhitungan Full Bank Capacity Di Saluran sekunder Ngagel Jaya Selatan .....	74

4.11	Evaluasi Debit Limpasan dan Debit Eksisting .....	76
4.12	Pengaruh Aliran Balik (Back Water).....	84
4.12.1	Pengaruh Back Water Pada Saluran Kali Sumo ..	84
BAB V .....		91
KESIMPULAN DAN SARAN .....		91
DAFTAR PUSTAKA.....		92

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Koefisien pengaliran.....	6
Tabel 3. 1 Hubungan reduced mean ( $Y_n$ ) dengan besarnya sampel n .....	16
Tabel 3. 2 Hubungan antara besarnya <i>reduced variate</i> ( $Y_t$ ) dengan periode ulang (T) .....	17
Tabel 3. 3 Nilai K Distribusi Log Person tipe III .....	21
Tabel 3. 4 Syarat-syarat Jenis Distribusi .....	23
Tabel 3. 5 Nilai Kritis Do untuk uji Smirnov-Kolmogorov .....	27
Tabel 3. 6 Koefisien Pengaliran Berdasarkan Karakteristik.....	29
Tabel 3. 7 Kecepatan aliran yang diijinkan .....	33
Tabel 3. 8 Kemiringan dasar saluran yang diijinkan .....	34
Tabel 3. 9 Nilai Koefisien kekasaran Manning .....	35
Tabel 4. 1 Perhitungan Tinggi Hujan Rata-rata.....	40
Tabel 4. 2 Perhitungan Hujan maksimum tahunan.....	43
Tabel 4. 3 Nilai parameter distribusi frekuensi .....	45
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan dengan Metode Gumbel.....	46
Tabel 4. 5 Perhitungan Parameter Statistik log pearson tipe III ..	51
Tabel 4. 6 Nilai K untuk distribusi log pearson tipe III.....	52
Tabel 4. 7 Perhitungan hujan rencana metode log pearson tipe III .....	53
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan $X^2$ Cr Distribusi Log Pearson Type III .....	55
Tabel 4. 9 Perhitungan smirnov kolmogorov untuk log pearson III .....	58
Tabel 4. 10 Perhitungan Intesitas Curah Hujan Saluran Sekunder Ngagel Jaya Selatan.....	63

Tabel 4. 11 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Saluran Primer Kali Sumo.....	64
Tabel 4. 12 Perhitungan koefisien pengaliran Ngagel Jaya Selatan .....	66
Tabel 4. 13 Perhitungan koefisien pengaliran prime kali sumo ..	67
Tabel 4. 14 Perhitungan Debit Banjir Rencana Saluran Sekunder Ngagel Jaya Selatan.....	70
Tabel 4. 15 Perhitungan Debit Banjir Rencana Saluran Primer Kali Sumo.....	71
Tabel 4. 34 Perhitungan Saluran Sekunder Ngagel Jaya Selatan Untuk Periode Ulang Hujan 5 Tahun ( <i>Full Bank Capacity</i> ) .....	78
Tabel 4. 35 Perhitungan Saluran Primer Kali Sumo Untuk Periode Ulang Hujan 10 Tahun ( <i>Full Bank Capacity</i> ) .....	79
Tabel 4. 36 Perencanaan Ulang Saluran (redesign) Sekunder Ngagel Jaya Selatan.....	82
Tabel 4. 37 Perhitungan Pengaruh <i>Back Water</i> .....	88

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 3. 1 Bentuk penampang saluran segi empat.....	37
Gambar 3. 2 Bentuk penampang saluran trapesium.....	38
Gambar 3. 3 Diagram Alir Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir.....	39



*“ Halaman Ini Sengaja di Kosongkan “*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Didaerah kota besar yang padat penduduknya seperti kota Surabaya, permasalahan banjir menjadi masalah yang belum teratasi secara baik dan menyeluruh. Walaupun pemerintah kota Surabaya telah berupaya untuk mengatasi secara maksimal tetapi banyak faktor penyebab lain yang tetap ada. Diantaranya adalah kondisi eksisting yang diamati meliputi kondisi saluran drainase, topografi, tata guna lahan, data hidrologi, pengaruh pasang surut air laut, serta bangunan-bangunan air lainnya, saluran yang mengalami sedimentasi akibat limbah rumah tangga, pengalihan tata guna lahan, sistem drainase yang mengalami pendangkalan, serta pengaruh sosial yang terjadi.

Sejalan dengan perkembangan perubahan lahan di Surabaya, sehingga dibutuhkan suatu kegiatan pengkajian sistem saluran sekunder dan perencanaan kembali sistem drainase daerah Ngagel Jaya Selatan Surabaya. Supaya peningkatan kapasitas drainase yang ada mampu mengimbangi perkembangan perubahan lahan tersebut. Sehingga tidak menyebabkan bencana banjir.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun bahasan dari latar belakang yang diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan menjadi objek dalam mengevaluasi dan mengkaji sistem saluran yang ada, diantaranya adalah :

1. Bagaimana mengatasi genangan/banjir yang terjadi ?
2. Berapa besar debit saluran sekunder agar dapat menampung debit yang melimpas?
3. Bagaimana kondisi eksisting sistem drainase di lapangan?

### 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang akan dibahas dalam perencanaan sistem drainase Ngagel Tirtosari ini, antara lain :

1. Analisa sedimentasi tidak masuk dalam pembahasan
2. Menghitung debit banjir rencana
3. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya tidak dibahas
4. Merencanakan dimensi saluran sesuai debit banjir rencana
5. Perhitungan Backwater hanya berupa kajian saja tanpa mempengaruhi saluran yang kami tinjau yaitu saluran sekunder Ngagel Jaya Selatan. Hal ini dilakukan karena terdapat 5 pompa air yang masih berfungsi di sistem Kali Sumo.

### 1.4 Tujuan Studi

Tujuan Proyek akhir ini “Perencanaan Teknis Drainase Saluran Sekunder Ngagel Jaya Selatan Daerah Ngagel Tirtosari Kota Surabaya” ini antara lain adalah:

1. Menganalisa penyebab banjir.
2. Menghitung dimensi saluran agar mampu menampung dan mengalirkan debit yang mengalir
3. Mengetahui kondisi eksisting sistem drainase

### 1.5 Manfaat

Manfaat untuk mahasiswa: sebagai syarat kelulusan dan mengetahui kemampuan mahasiswa tersebut.

Manfaat untuk pemerintah: sebagai kajian teknis dan alternatif dalam perencanaan dan pelaksanaan penanggulangan banjir pada sistem saluran *drainase* Ngagel Tirtosari.

Manfaat untuk masyarakat: sebagai jalan keluar untuk menanggulangi banjir pada kawasan tempat tinggalnya.

## 1.6 Lokasi Studi

Untuk perencanaan lokasi studi daerah Ngagel Surabaya dapat dilihat pada gambar 1.1



Gambar 1. 1 Peta Lokasi

Untuk perencanaan sistem jaringan Drainase saluran Ngagel Jaya Selatan Surabaya dapat dilihat pada gambar 1.2



Gambar 1. 2 Sistem Jaringan Drainase

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 SDMP (Surabaya Drainage Master Plan)**

Dalam buku *Surabaya Drainage Master Plan* 2018, dijelaskan bahwa kondisi/kapasitas sistem drainase di Kota Surabaya baik saluran air maupun boezem sudah mulai berkurang. Berkurangnya kemampuan sistem drainase disertai dengan perubahan kondisi tata guna lahan yang semakin memperbesar debit banjir di wilayah Surabaya. Peningkatan debit dan luas area banjir akan berdampak pada penurunan kualitas permukiman penduduk (Soedradjat, 2008). Hal ini menunjukkan hubungan kausalitas yang erat antara kondisi permukiman penduduk dengan bencana banjir. Dimana pada satu sisi, permukiman mengakibatkan kerentanan lingkungan yang berpotensi memunculkan banjir. Di sisi lain, banjir akan berdampak pada penurunan kualitas lingkungan permukiman penduduk.

Penurunan kemampuan sistem drainase terjadi merata di seluruh rayon/sistem drainase di Kota Surabaya, antara lain Rayon Genteng, Rayon Gubeng, Rayon Jambangan, Rayon Wiyung dan Rayon Tandes. Sistem Drainase Gunungsari sebagai bagian dari Rayon Tandes memiliki kondisi yang serupa dimana kapasitas saluran secara fisik mulai berkurang. Total *catchment area* Sistem Drainase Gunungsari berjumlah 4.431 Ha. Area tersebut tersebar diantara 10 kecamatan antara lain Kecamatan Dukuh Pakis, Sawahan, Sambu Kerep, Sukomanunggal, Tegalsari, Wonokromo, Benowo, Tandes, Lakarsantri, dan Pakal (*Surabaya Drainage Master Plan*, 2018).

### 2.2.1 Drainase Sumo

Koefisien *Run Off* tergantung dari beberapa faktor antara lain jenis tanah, kemiringan, luas dan bentuk pengaliran sungai. Sedangkan perhitungan nilai koefisien Kali Sumo dapat dilihat pada tabel 2.1

JENIS LAHAN	C	A (km <sup>2</sup> )	C x A
Daerah pemukiman sangat padat	0.85	6.64	5.64
Perkuburan	0.18	0.22	0.04
Daerah sekitar rel kereta api	0.30	0.13	0.04
Pertamanan	0.30	0.02	0.01
Jumlah		7.01	5.73
Koefisien pengaliran rata-rata (C)			0.82

Tabel 2. 1 Tabel Koefisien pengaliran

(Sumber : Moch. Irwan Matlufi & Egy Dharma Lesmana, 2009)

Komponen prasarana pematusan yang terdapat di Kota Surabaya selain adanya Kali Mas yang membentang dipusat kota menuju ke laut arah utara dan Kali Wonokromo arah timur juga terdapat beberapa saluran pembuang dan beberapa rumah pompa yang melengkapi jaringan drainase.

Prasarana pematusan yang dimiliki Surabaya antara lain adalah boezem yang terdapat di 3 lokasi yakni:

1. Boezem Kalidami, terletak di muara Kalidami. Boezem merupakan terminal aliran air dari 3 penjuru saluran yakni Utara : saluran Bhaskarasari, Mulyosari, Dharmahusada; Selatan: Kejawan Keputih, ITS, Gebang dan Barat dari Kalidami, Kertajaya, Manyar Sabrangan.
2. Boezem Bratang, terletak di muara Kali Sumo. Boezem ini dibantu dengan stasiun pompa Bratang, merupakan penampungan sementara air dari Kali Sumo yang alirannya menuju Kali Wonokromo.

3. Boezem Morokrembangan, termasuk dalam wilayah drainase Surabaya Barat. Merupakan muara dari saluran-saluran pematusan yang ada di bagian barat.



Daerah genangan terdapat 148 daerah. Banjir yang terjadi melebihi waktu 2 hari terjadi di beberapa lokasi dalam daerah drainase sistem Kebonagung, Wonorejo, Kalibokor, Kalidami, dan kali Rungkut. Banjir melebihi waktu 6 jam juga terjadi pada daerah rendah Kedurus dan Medokan Semampir. Banjir terdalam adalah 120 cm terjadi pada sistem Wonorejo, sedangkan pada sistem saluran Gunungsari 100cm, pada Jl. May. Jend. Sungkono 70 cm.

Sungai Brantas bercabang 2 yaitu Kali Porong dan Kali Surabaya yang mengalir dari Mojokerto ke Surabaya. Di Gunungsari kali Surabaya bergabung 2 lagi yaitu kali Mas dan Kali Wonokromo. Pembagian aliran ke Kali porong dan Kali Surabaya dilakukan dengan operasi pintu di Mlirip dan Dam Lengkong

Dalam Rayon jambangan terdapat 6 saluran primer dan 100 saluran sekunder, yang terbagi menjadi beberapa sub pematusan, yaitu:

1. Saluran primer perbatasan, memiliki 27 saluran sekunder.
2. Saluran primer Kebonagung, memiliki 14 saluran sekunder.
3. Saluran primer Kali Sumo/Bratang, memiliki 4 saluran sekunder.
4. Saluran primer Wonorejo dan Rungkut, memiliki 37 saluran sekunder.
5. Saluran Kali Mir/Bendul Merisi, memiliki 1 saluran sekunder.
6. Saluran Medokan Semampir, memiliki 17 saluran sekunder.

Menurut data inventarisasi tahun 2007 saluran primer dan sekunder di wilayah Rayon Jambangan, saluran Kali Sumo merupakan saluran primer yang mempunyai batasan di Jl.Kalibokor s/d Rumah Pompa Bratang, Kecamatan Gubeng, memiliki Panjang 1600 m, Lebar 9 s/d 11 m.

Sistem drainase di sub sistem Kali Sumo merupakan salah satu sistem drainase yang lengkap, karena terdiri dari saluran tepi

jalan, saluran sekunder, saluran primer, boezem dan pompa. Di sekitar boezem merupakan kawasan perumahan penduduk, hal ini merupakan suatu kendala jika nantinya pemerintah merencanakan perluasan boezem untuk lebih meningkatkan pelayanan dalam mengatasi permasalahan banjir.

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

Metode Perencanaan disusun untuk mempermudah pelaksanaan perencanaan, guna memperoleh pemecahan masalah sesuai dengan tujuan perencanaan yang telah ditetapkan. Metode perencanaan dilakukan dengan prosedur kerja yang sistematis, teratur dan tertib sehingga dapat dipertanggung-jawabkan secara ilmiah. Tahapan dalam perencanaan meliputi :

#### **3.1 Studi Literatur**

Sumber Literatur yang digunakan pada pengembangan distribusi ini meliputi buku, teks, laporan penelitian dan tugas akhir terdahulu mengenai :

1. Survey debit air limpasan
2. Dimensi penampang
3. Proyeksi fasilitas

Studi literatur ini dilakukan sepanjang studi yaitu mulai tahap awal studi sampai dengan analisa data pembahasan hingga dapat diperoleh kesimpulan.

#### **3.2 Tahap Penelitian**

1. Pengumpulan data dilakukan untuk membantu jalannya studi meliputi :
  - Peta lokasi, meliputi daerah stasiun hujan, catchment area lokasi sistem drainase.
  - *Catchment area*, digunakan untuk mengetahui luas daerah tangkapan hujan

- Data hujan, untuk mengetahui data hujan rata-rata tiap stasiun hujan yang pada akhirnya diketahui data hujan maksimum.
  - Peta situasi
  - Peta kontur, untuk mengetahui elevasi (beda tinggi)
  - Long section
  - Cross section
2. Pengolahan data

Data yang terhimpun kemudian diklasifikasikan kedalam suatu susunan berupa table, grafik, dan gambar. Data berupa angka dipindahkan kedalam tabel kerja untuk memudahkan analisa. Analisa yang dilakukan dalam kajian ini meliputi analisa hidrologi dan analisa hidrolika

### **3.3 Analisa Hidrologi**

Analisa hidrologi merupakan analisa awal dalam perencanaan sistem Drainase untuk mengetahui besarnya debit yang akan dialirkan sehingga dapat ditentukan dimensi saluran sistem drainase. Besar debit rancangan didapat dari penjumlahan debit hujan rencana pada periode ulang tertentu dengan debit air limbah dari daerah tersebut dan besarnya debit banjir rencana tidak boleh terlalu besar untuk menghindari luapan air yang dapat menimbulkan banjir yang lebih besar dari debit rencana. Untuk memperkirakan besarnya banjir rencana yang sesuai, pengetahuan tentang analisa hidrologi mempunyai peran penting. Dalam perhitungan dapat digunakan data curah hujan yang nantinya akan diolah menjadi debit rencana.

### 3.3.1 Parameter dasar statistik

#### 1. Nilai Rata-rata

Tinggi rata-rata hujan diperoleh dengan mengambil harga rata-rata hitung dari penakaran pada stasiun hujan dalam area tersebut. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$$

Atau dapat ditulis sebagai :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Keterangan :

$\bar{X}$  = Rata-rata hitung

n = Jumlah data

$X_i$  = Nilai pengukuran dari suatu variat

(Soewarno, 1995: 53)

#### 3.3.1.1 Analisa Curah Hujan Maksimum Harian Rata-rata

Curah hujan besarnya mungkin tidak sama dan untuk kawasan yang luas, salah satu data belum menggambarkan hujan wilayah tersebut. Curah hujan yang diperlukan untuk suatu rancangan saluran drainase adalah curah hujan rata-rata daerah yang bersangkutan bukan pada curah hujan disatu titik.

Langkah-langkah mencari hujan harian rata-rata sebagai berikut :

1. Tentukan hujan maksimum harian pada tahun tertentu pada salah satu pos hujan penakar hujan.
2. Cari besarnya curah hujan pada tanggal – bulan – tahun yang sama untuk pos hujan yang lain.

3. Hitung hujan DAS dengan salah satu cara yang dipilih.
4. Tentukan hujan maksimum harian pada tahun yang sama untuk pos hujan yang lain.
5. Ulangi langkah 2 dan 3 untuk setiap tahun .

Rumus perhitungan :

$$R = \sum_{i=1}^n \frac{R_i}{n}$$

Keterangan :

R = Hujan rata – rata (mm)

n = banyaknya data

$R_i$  = curah hujan yang diamati pada stasiun 1,2,...,n

### 3.3.1.2 Analisa Curah Hujan Rata-Rata Wilayah

Curah hujan yang diperlukan untuk suatu perencanaan sudetan adalah curah hujan rata-rata di suatu wilayah yang ditinjau. Curah hujan ini dinyatakan dalam satuan milimeter (mm). Curah hujan rata-rata pada suatu wilayah digunakan sebagai data dalam perhitungan selanjutnya hingga didapatkan debit rencana. Untuk menghitung curah hujan rata-rata ada beberapa metode, yaitu :

#### 3.3.1.2.1 Metode Polygon Thiessen

Metode ini menggunakan cara dari perhitungan luas daerah yang diwakili oleh stasiun yang bersangkutan (luas DAS), untuk digunakan sebagai faktor dalam menghitung hujan rata-rata. Langkah – langkah menggunakan metode polygon thiessen :

1. Menghubungkan stasiun-stasiun dengan suatu garis sehingga membentuk polygon segitiga atau segiempat ( sesuai berapa pos yang akan dicari ).

2. Menarik sumbu-sumbu dari polygon
3. Perpotongan sumbu-sumbu ini akan membentuk luasan daerah pengaruh dari tiap-tiap stasiun.

Rumus :

$$\bar{R} = \frac{A_1.R_1 + A_2.R_2 + \dots + A_i.R_i}{A_1 + A_2 + \dots + A_i} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i R_i}{A}$$

Keterangan :

$\bar{R}$	= hujan rata-rata (area rainfall)
$R_1 + R_2 + \dots + R_i$	= curah hujan pada stasiun I (point rainfall)
$A_1 + A_2 + \dots + A_i$	= Luas area polygon
$i$	= banyak data

### 3.3.1.2 Metode Aritmatika

Metode ini digunakan apabila perbandingan rata-rata data curah hujan stasiun yang hilang dengan stasiun yang datanya lengkap (stasiun index) adalah < 10%,

Dan dapat dicari dengan rumus :

$$R = \frac{Ra + Rb + Rc \dots + Rn}{r}$$

Ra : Data hujan

r : Jumlah stasiun hujan yang penuh – jumlah stasiun hujan yang

### 3.3.1.3 Analisa Curah Hujan Rencana

Hujan rencana adalah curah hujan terbesar tahunan yang dengan peluang tertentu mungkin terjadi disuatu daerah. Dari hasil uji distribusi yang diasumsikan, maka untuk menghitung curah hujan rencana digunakan :

### 3.3.1.3.1 Metode Distribusi Gumbel

Distribusi gumbel umumnya digunakan untuk analisis data maksimum, misal untuk analisis frekuensi banjir. Rumus yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana dengan metode Distribusi Gumbel Tipe adalah :

$$R_t = \bar{R} + K \cdot S_x$$

Dimana :

- $R_t$  = Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang pada t tahun  
 $\bar{R}$  = Harga rerata dari data hujan atau debit  
 $S_x$  = Standart deviasi  
 $K$  = Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang dan tipe distribusi frekuensi

$$\bar{R} = \sum_1^n R_i$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (R_i - \bar{R})^2}{n-1}}$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

Dimana :

- $Y_t$  = *Reduced variate* sebagai fungsi periode ulang t  
 $\quad = -\text{Ln}[-\text{Ln}(T - 1)/T]$   
 $Y_n$  = *Reduced mean* sebagai fungsi dari banyaknya data  
 $S_n$  = *Reduced standart deviasi* sebagai fungsi dari  
 $t$  = banyaknya data n Periode ulang (tahun)

Dengan mendistribusikan ketiga persamaan di atas diperoleh



$$Rt = \bar{R} + \frac{(Yt - Yn)}{Sn} . Sx$$

Yt dan Yn merupakan parameter statistik yang nilainya tergantung pada banyaknya data(n). Hubungan antara banyaknya data (n) dengan harga *reduced mean* (Yn) seperti terlihat pada tabel 3.1

Tabel 3. 1 Hubungan *reduced mean* (Yn) dengan besarnya sampel n

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,8396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5581	0,5581	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,56022	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

Sumber : Suripin, 2003

Hubungan antara harga *reduced standart* Sn dengan banyaknya data n seperti tabel 3.1

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9676	0.9833	0.9971	1.0095	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.108
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	1.1413	1.1436	1.1458	1.148	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.159
50	1.1607	1.1623	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.177	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.189	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.193
80	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.198	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.202	1.2026	1.2032	1.2038	1.2044	1.2049	1.2055	1.206
100	1.2065	1.2069	1.2073	1.2077	1.2081	1.2084	1.2087	1.209	1.2093	1.2096

*Sumber : Suripin, 2003*

Hubungan antara besarnya *reduced variate* ( $Y_t$ ) dengan periode ulang ( $T$ ) seperti pada tabel 3.2

Tabel 3. 2 Hubungan antara besarnya *reduced variate* ( $Y_t$ ) dengan periode ulang ( $T$ )

T (tahun)	Reduced variate $Y_t$	T (tahun)	Reduced variate $Y_t$
5	1.4999	200	5.2958
10	2.2504	500	6.2136
100	4.6001	1000	6.9072

*Sumber : Suripin, 2003*

### 3.3.1.3.2 Metode Log Person type III

Untuk menghitung banjir perencanaan dalam praktek, pertama kali mentransformasi data ke harga logaritmiknya kemudian menghitung parameter-parameter statistiknya.

Menggunakan persamaan-persamaan sebagai berikut :

1. Logaritma R dengan persamaan:

$$\text{Log } R = \overline{\text{Log } R} + K \overline{sd \text{ Log } R}$$

Keterangan :

Log R = curah hujan rencana untuk periode tertentu

K = factor dari sifat distribusi Log Person Type III yang di dapat dari tabel periode dan koefisien Skewness

$\overline{sd \text{ Log } R}$  = standart deviasi logaritmatik nilai hasil pengamatan

$\overline{N}$  = jumlah data

$\overline{\text{Log } R}$  = harga rata-rata logaritma data

Cs = koefisien kemencengan  
Skewness

Menghitung :

2. Nilai rerata dengan persamaan :

$$\overline{\text{Log } R} = \frac{\sum \text{Log } R}{N}$$

3. Deviasi Standar

Pada umumnya ukuran dispersi yang paling banyak digunakan adalah deviasi standar. Apabila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rata-rata maka nilai deviasi standar akan besar, akan tetapi apabila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata-rata maka nilai deviasi standar akan kecil. Deviasi standar dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}}$$

Keterangan :

S = Deviasi standar

$X_i$  = Nilai variat

$\bar{X}$  = Nilai rata-rata

n = Jumlah data

(Soewarno, 1995:75)

Untuk menghitung  $\overline{Sd \text{Log } R}$  , dengan :

$$\overline{Sd \text{Log } R} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } R - \overline{\text{Log } R})^2}{N-1}}$$

4. Keragaman sampel (variasi), dengan persamaan :

$$Cv = \frac{\overline{Sd \text{log } R}}{\overline{\text{Log } R}}$$

5. Koefisien asimetri (skewness)

Koefesien Skewness (Kemencengan) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrisan dari suatu bentuk distribusi. Koefesien Skewness untuk sampel dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Cs = \frac{\sum (Log R - Log \bar{R})^3 N}{(N-1)(N-2)(Sd \log R)^3}$$

Keterangan :

CS	= Koefesien skewness
S	= Deviasi standar
$\bar{X}$	= Nilai rata-rata
$X_i$	= Data ke-i
n	= Jumlah data
<i>(Soewarno, 1995: 81)</i>	

## 6. Koefisien kurtosis

Koefesien kurtosis digunakan untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi. Koefesien kurtosis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1).(n-2).(n-3).(Sd \log R)^4} \times \sum_{i=1}^n (Log R - \overline{Log R})^4$$

Keterangan :

Ck	= Koefesien kurtosis
S	= Deviasi standar
$\bar{X}$	= Nilai rata-rata
$X_i$	= Data ke-i
n	= Jumlah data
<i>(Soewarno, 1995: 85)</i>	

Dimana :

- R = Curah hujan rata-rata  
 Sd = Standart deviasi data hujan  
 K = harga dari tabel  
 Cs = Koefisien *Skewness*  
 n = Jumlah data  
 Cv = Koefisien variasi  
 Ck = Koefisien kurtosis

Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari Cs dan periode ulang seperti pada tabel 3.3

Tabel 3. 3 Nilai K Distribusi Log Person tipe III

Kemencengan (Cs)	Periode Ulang (tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3	-0.360	0.42	1.18	2.278	3.152	4.051	4.97	7.25
2.5	-0.360	0.518	1.25	2.262	3.048	3.845	4.652	6.6
2.2	-0.330	0.574	1.284	2.24	2.97	3.705	4.444	6.2
2	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.91
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.66
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.78	3.388	3.99	5.39
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.11
1.2	-0.195	0.732	1.34	2.087	2.626	3.149	3.661	4.82
1	-0.164	0.758	1.34	2.043	2.542	3.022	3.489	4.54
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
0.8	-0.132	0.78	1.336	1.998	2.453	2.891	3.312	4.25
0.7	-0.148	0.79	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105

Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari Cs dan periode ulang seperti pada tabel 3.3 (lanjutan)

0.6	-0.132	0.8	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.96
0.5	-0.116	0.808	1.323	1.91	2.311	2.686	3.041	3.815
0.4	0.099	0.816	1.317	1.88	2.261	2.615	2.949	3.67
0.3	-0.05	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	3.525
0.2	-0.033	0.83	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.38
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.4	2.67	3.235
0	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.09
-0.1	0.017	0.836	1.27	1.761	2	2.252	2.482	3.95
-0.2	0.033	0.85	1.258	1.68	1.945	2.178	2.388	2.81
-0.3	0.05	0.853	1.245	1.643	1.89	2.104	2.294	2.675
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.54
-0.5	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108	2.4
-0.6	0.099	0.857	1.2	1.528	1.72	1.88	2.016	2.275
-0.7	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926	2.15
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837	2.035
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.66	1.749	1.91
-1	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664	1.8
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625
-1.4	0.225	0.832	1.041	1.198	1.27	1.318	1.351	1.465
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.116	1.116	1.197	1.216	1.28
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097	1.13
-2.0	0.307	0.777	0.895	0.959	0.98	0.99	1.995	1
-2.2	0.33	0.752	0.844	0.888	0.9	0.905	0.907	0.91
-2.5	0.36	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.8	0.802
-3.0	0.396	0.636	0.66	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668

Dari ketiga metode diatas akan diambil satu metode yang akan digunakan dalam perhitungan selanjutnya dengan ketentuan sebagai berikut :

Untuk menghitung perhitungan selanjutnya maka dapat dilihat dengan ketentuan dari syarat-syarat jenis distribusi yang terdapat pada tabel 3.4

Tabel 3. 4 Syarat-syarat Jenis Distribusi

Distribusi	Syarat Nilai	(Soewarno, 1995: 142)
Distribusi Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$	
Distribusi Gumbel	$C_s \leq 1,1396$ $C_k \leq 5,4002$	
Distribusi Log Person Type III	$C_s \pm 0$ $C_k \pm 0$	

### 3.3.1.4 Uji Kecocokan Distribusi Frekuensi Curah Hujan Rencana

Untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan/mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter. Pengujian parameter yang akan disajikan dalam bagian ini adalah :

1. Uji kecocokan chi-kuadrat (*chi-square*)
2. Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov

Umumnya pengujian dilaksanakan dengan cara menggambarkan data pada kertas peluang dan menentukan apakah data tersebut merupakan garis lurus, atau dengan membandingkan kurva frekuensi dari data pengamatan terhadap kurva frekuensi teoritisnya.



### 3.3.1.4.1 Uji Kecocokan Chi-Kuadrat

Uji chi-kuadrat digunakan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter  $X^2$ , oleh karena itu disebut dengan uji Chi-Kuadrat. Parameter  $X^2$  dapat dihitung dengan rumus :

$$X_{h^2} = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dimana :

$X_{h^2}$  = Parameter chi-kuadrat terhitung

$G$  = Jumlah sub-kelompok

$O_i$  = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke  $i$

$E_i$  = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok  $i$

Prosedur uji Chi-Kuadrat adalah :

- Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya)
- Kelompokkan data menjadi  $G$  sub-grup, tiap-tiap sub-grup minimal 4 data pengamatan
- Jumlahkan data dari persamaandistribusi yang digunakan sebesar  $E$
- Hitung nilai sub-grup  $(O_i - E_i)^2$  dan  $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
- Jumlah seluruh  $G$  sub-grup nilai  $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$  untuk menentukan nilai chi-kuadrat
- Tentukan derajat kebebasan  $dk = G - R - 1$  (nilai  $R = 2$ , untuk distribusi normal)

Interpretasi hasil dari uji chi-kuadrat diketahui dari hasil hitungan peluangnya. Apabila peluang lebih dari 5 %, maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima. Apabila peluang lebih kecil 1 %, maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima. Apabila peluang berada diantara 1-5 %, maka tidak mungkin mengambil keputusan. Perlu penambahan data.

### 3.3.1.4.2 Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametrik (non parametric test), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Prosedurnya adalah sebagai berikut :

- a) Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.
- b) Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya).
- c) Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D = \text{maksimum} [P(X_m) - P'(X_m)]$$

- d) Berdasarkan tabel nilai kritis (Smirnov-Kolmogorov) tentukan harga  $D_0$ .
- e) Apabila  $D < D_0$  maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima.
- f) Apabila  $D > D_0$  maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, apabila  $D$  lebih besar  $D_0$  maka distribusi yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.



Tabel 3. 5 Nilai Kritis Do untuk uji Smirnov-Kolmogorov

N	Derajat kepercayaan ( $\alpha$ )			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23

### 3.3.1.5 Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran adalah perbandingan antara jumlah air yang mengalir di permukaan akibat hujan (limpasan) pada suatu daerah dengan jumlah curah hujan yang turun di daerah tersebut. Besarnya koefisien pengaliran dipengaruhi oleh :

- Kemiringan
- Struktur geologi tanah
- Jenis permukaan tanah
- Klimatologi

Rumus Koefisien Pengaliran :

$$C_m = \frac{\sum_{i=1}^n A_i C_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Keterangan:

$C_m$  = Koefisien Pengaliran rata-rata

$A_i$  = Luas masing-masing tata guna lahan

$C_i$  = Koefisien pengaliran masing-masing tata guna lahan

$n$  = banyaknya jenis penggunaan tanah dalam pengaliran

Untuk menghitung perhitungan Koefisien pengaliran maka dapat dilihat dengan ketentuan dari koefisien pengaliran berdasarkan karakteristik yang terdapat pada tabel 3.6

Tabel 3. 6 Koefisien Pengaliran Berdasarkan Karakteristik

Tipe Daerah Pengaliran	Kondisi	Koefisien Aliran C
Rerumputan	Tanah Pasir,datar 2%	0,05-0,10
	Tanah pasir, rata-rata 2-7%	0,10-0,15
	Tanah pasir,curam 7%	0,15-0,20
	Tanah gemuk, datar 2%	0,13-0,17
	Tanah gemuk rata-rata 2-7%	0,18-0,22
	Tanah gemuk, curam 7%	0,25-0,35
Perkantoran	Daerah kota lama	0,75-0,95
	Daerah pinggiran	0,50-0,70
Perumahan	Kepadatan 20 rumah/Ha	0,50-0,60
	Kepadatan 20-60 rumah/Ha	0,60-0,80
	Kepadatan 60-160 rumah/Ha	0,70-0,90
Perindustrian	Daerah ringan	0,50-0,80
	Daerah berat	0,60-0,90
Pertamanan,kuburan		0,10-0,25
Tempat bermain		0,20-0,35
Halaman kereta api		0,20-0,40
Daerah yang tidak dikerjakan		0,10-0,30
Jalan	Beraspal	0,70-0,95
	Beton	0,80-0,95
	Batu	0,70-0,85

(Wesli, 2008 :33)

### 3.3.1.6 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah tinggi curah hujan yang terjadi per satuan waktu. Untuk perhitungan intensitas curah hujan berdasarkan hujan harian dari stasiun hujan digunakan rumus Dr. Mononobe .

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[ \frac{24}{t_c} \right]^{2/3}$$

Keterangan :

$I$  = Intensitas curah hujan dalam  $t$  jam (mm/jam)

$R_{24}$  = Curah hujan efektif dalam 1 jam

$t_c$  = Waktu mulai hujan

Waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir dari titik terjauh adalah lamanya hujan atau waktu konsentrasi ( $t_c$ ).

$$t_c = t_o + t_f$$

Keterangan :

$t_c$  = waktu konsentrasi.

$t_o$  = waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir di permukaan hingga mencapai intake (jam).

$t_f$  = waktu yang diperlukan air untuk mengalir sepanjang *channel flow time* (jam)

Selain itu untuk mencari  $t_o$ ,  $t_f$  dapat menggunakan rumus :

1. Rumus Kerby

$$t_o = 1,44 \left[ n \frac{L_o}{\sqrt{S}} \right]^{0,467} L_o \leq 400m$$

2. Rumus Kirpich

$$t_o = 0,0195 \left[ \frac{L_o}{\sqrt{S}} \right]^{0,77}$$

$$t_f = \frac{L}{V}$$

Keterangan :

L = Panjang saluran yang ditinjau (m)

V = Kecepatan Aliran (m/s)

$t_f$  = Lama aliran dalam saluran (menit)

$t_o$  = Waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir dipermukaan hingga mencapai intake (jam).

$L_o$  = Jarak titik terjauh dengan saluran (m).

S = Kemiringan daerah aliran, dimana kemiringan adalah perbandingan antara

Selisih tinggi dengan panjang saluran.

$$S = \frac{\Delta H}{L}$$

Keterangan :

$\Delta H$  = Selisih tinggi

L = Panjang saluran

### 3.3.1.7 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Debit rencana yaitu perkiraan debit terbesar yang mungkin terjadi dalam suatu periode tertentu pada perencanaan bangunan air seperti bendungan, spillway, flood control, drainase, dan lain-lain. Dalam menghitung debit banjir rencana bila data hujan yang digunakan untuk data aliran sungai tidak mencukupi.

Debit rencana untuk daerah perkotaan pada umumnya direncanakan untuk pembuangan air secepatnya, agar tidak terjadi genangan air yang mengganggu sehingga saluran-saluran drainase dibuat sesuai debit rencana.

Rumus :

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot \beta \cdot C.I.A$$



Keterangan :

$Q$  = Debit puncak banjir ( $\text{m}^3/\text{det}$ )

$C$  = Koefisien Pengaliran

$I$  = Intensitas Curah Hujan ( $\text{mm}/\text{jam}$ )

$A$  = Luas daerah pengaliran ( $\text{Ha}$ )

$\beta$  = Koefisien Penyebaran Hujan

### 3.4 Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika dalam perencanaan saluran drainase harus berdasarkan pertimbangan kapasitas tampung saluran dari tinjauan hidrolis ataupun dari elevasi kondisi lapangan. Dalam pengevaluasian kapasitas tampungan saluran dengan debit banjir ulang 5 tahun membutuhkan tinjauan hidrolis, sedangkan pada evaluasi kondisi di lapangan adalah berdasarkan pengamatan secara langsung di lapangan apakah saluran yang ada mampu atau tidak mampu untuk mengalirkan air secara langsung pada saat hujan.

Apa bila dalam pengamatan di lapangan terjadi genangan, maka normalisasi adalah salah satu solusi untuk menanggulinya. Jika pada kondisi lapangan tidak mampu lagi menampung air hujan, maka diperlukan untuk pengkajian ulang apakah masih relevan dipertahankan sampai tahun proyeksi. Dalam perencanaan saluran drainase yang ditinjau dari hasil asumsi diatas perlu adanya batasan agar tidak menyimpang, diantaranya ialah :

- a. Ketinggian air, luas penampang lintang aliran kecepatan aliran serta debit selalu tetap setiap penampang melintang
- b. Garis energy dan dasar saluran selalu sejajar
- c. Bentuk penampang saluran drainase dapat berupa saluran terbuka maupun saluran tertutup tergantung pada kondisi daerahnya.

### 3.4.1 Kecepatan Aliran (V)

Rumus yang digunakan dalam perhitungan kecepatan rata-rata pada perhitungan dimensi saluran yaitu Rumus Manning.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

Keterangan :

V = Kecepatan rata-rata

n = Koefisien kekasaran Manning

R = Jari-jari Hidrolik

I = Kemiringan dari permukaan air atau dari gradien energy atau dari dasar

saluran, garis-garisnya sejajar untuk aliran menetap yang merata.

Tabel 3. 7 Kecepatan aliran yang diijinkan

No	Jenis Bahan	Kecepatan yang diijinkan
		(m/dt)
1	Pasir halus	0,45
2	Lempung kepasiran	0,5
3	Lanau aluvial	0,6
4	Kerikil halus	0,75
5	Lempung kokoh	0,75
6	Lempung padat	1,1
7	Kerikil kasar	1,2
8	Batu-batu besar	1,5
9	Pasangan batu	1,5
10	Beton	1,5
11	Beton bertulang	1,5

Sumber : DPU, 1991

### 3.4.2 Kemiringan Dasar Saluran ( $I_0$ )

Kemiringan dasar saluran merupakan perbandingan antara selisih elevasi dengan panjang saluran.

$$I_0 = \frac{\Delta H}{L}$$

Dengan :

$I_0$  = Kemiringan dasar saluran

$\Delta H$  = Selisih tinggi

$L$  = Panjang saluran (m)

Tabel 3. 8 Kemiringan dasar saluran yang diijinkan

No	Jenis Material	Kemiringan Selokan (%)
1	Tanah asli	0 - 5
2	Kerikil	5 - 7,5
3	Pasangan	7,5

*Sumber : DPU, 1991*

### 3.4.3 Koefisien Kekasaran Mannning ( $I_0$ )

Untuk menghitung kecepatan aliran pada saluran yang ditinjau maka dapat dilihat pada Nilai Koefisien kekasaran Manning yang terdapat pada tabel 3.9

Tabel 3. 9 Nilai Koefisien kekasaran Manning

No	Tipe Saluran	n
A. Saluran tertutup terisi sebagian		
1	Gorong-gorong dari beton lurus dan bebas kikisan	0,010-0,013
2	Gorong-gorong dengan belokan dan sambungan	0,011-0,014
3	Saluran pembuangan lurus dari beton	0,013-0,017
4	Pasangan bata dilapisi dengan semen	0,011-0,014
5	Pasangan batu kali disemen	0,015-0,017
B. Saluran dilapisi atau disemen		
6	Pasangan bata disemen	0,012-0,018
7	Beton dipoles	0,013-0,016
8	Pasangan batu kali disemen	0,017-0,030
9	Pasangan batu kosong	0,023-0,035

(Sumber : Ven Te Chow, 1997)

### 3.4.4 Perhitungan Full Bank Capacity

Fullbank capacity merupakan debit maksimum yang dapat dialirkan oleh penampang saluran eksisting. Besarnya debit hasil perhitungan fullbank capacity dibandingkan dengan besarnya debit rencana. Apabila debit fullback capacity < debit banjir rencana sehingga meluber. Perhitungan Debit Full Bank Capacity dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

Dimana:

A = Luas Penampang Basah

R = Jari-jari Hidrolis

I = Kemiringan Saluran

n = Koefisien Kekasaran Manning

### 3.4.5 Perbandingan $Q$ Full Bank Capacity dengan Kapasitas Rencana

Perbandingan ini dimaksudkan untuk mengetahui manakah metode yang akan digunakan untuk mencari kapasitas rencana dengan metode rasional yang mempunyai kapasitas rencana lebih efektif dari  $Q$  Full Bank Capacity, sehingga dapat dipakai sebagai dasar perencanaan. Jika saluran mampu mengalirkan debit banjir yang direncanakan maka air tidak akan meluber dan tidak perlu dilakukan perencanaan ulang. Jika saluran tidak mampu mengalirkan debit banjir rencana maka air akan meluber dan terjadi banjir, oleh sebab itu perlu dilakukan perencanaan ulang pada saluran tersebut.

Saluran tidak membutuhkan perencanaan ulang apabila :  $Q_{rencana} < Q_{fullbank}$

Saluran membutuhkan perencanaan ulang apabila :  
 $Q_{rencana} > Q_{fullbank}$

### 3.4.6 Perhitungan Dimensi Saluran

Bentuk penampang yang sering digunakan ada dua macam yaitu saluran segi empat dan saluran trapezium.

#### 3.4.6.1 Penampang Segi Empat

Pada umumnya saluran drainase berbentuk segi empat dan trapesium. Rumus yang digunakan untuk menentukan dimensi saluran segi empat adalah :

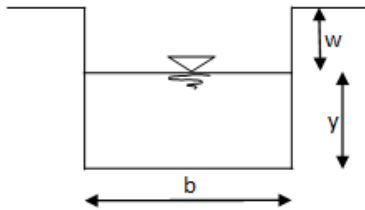
$$A = b \times y$$

$$P = b + 2y$$

$$R = A / P$$

$$m = 0$$

Untuk menghitung jenis penampang saluran maka dapat dilihat bentuk penampang saluran segi empat pada gambar 3.1



Gambar 3. 1 Bentuk penampang saluran segi empat

### 3.4.6.2 Penampang Trapesium

Untuk penampang saluran berbentuk trapesium rumus yang digunakan adalah :

$$A = (b + m.y) y$$

$$P = b + 2y(\sqrt{m^2 + 1})$$

$$R = A / P$$

$$T = b + 2my$$

$$m = \frac{(a-b)}{2(y+w)}$$

Dengan :

A = Luas penampang basah ( $m^2$ )

P = Keliling basah (m)

R = Jari – jari hidrolis (m)

a = Lebar atas saluran (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

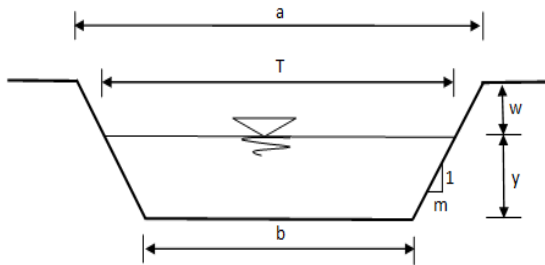
T = Lebar atas muka air (m)

y = Tinggi muka air (m)

w = Tinggi jagaan (m)

m = Kemiringan dinding saluran

Untuk menghitung jenis penampang saluran maka dapat dilihat bentuk penampang saluran trapesium pada gambar 3.2



Gambar 3. 2 Bentuk penampang saluran trapesium

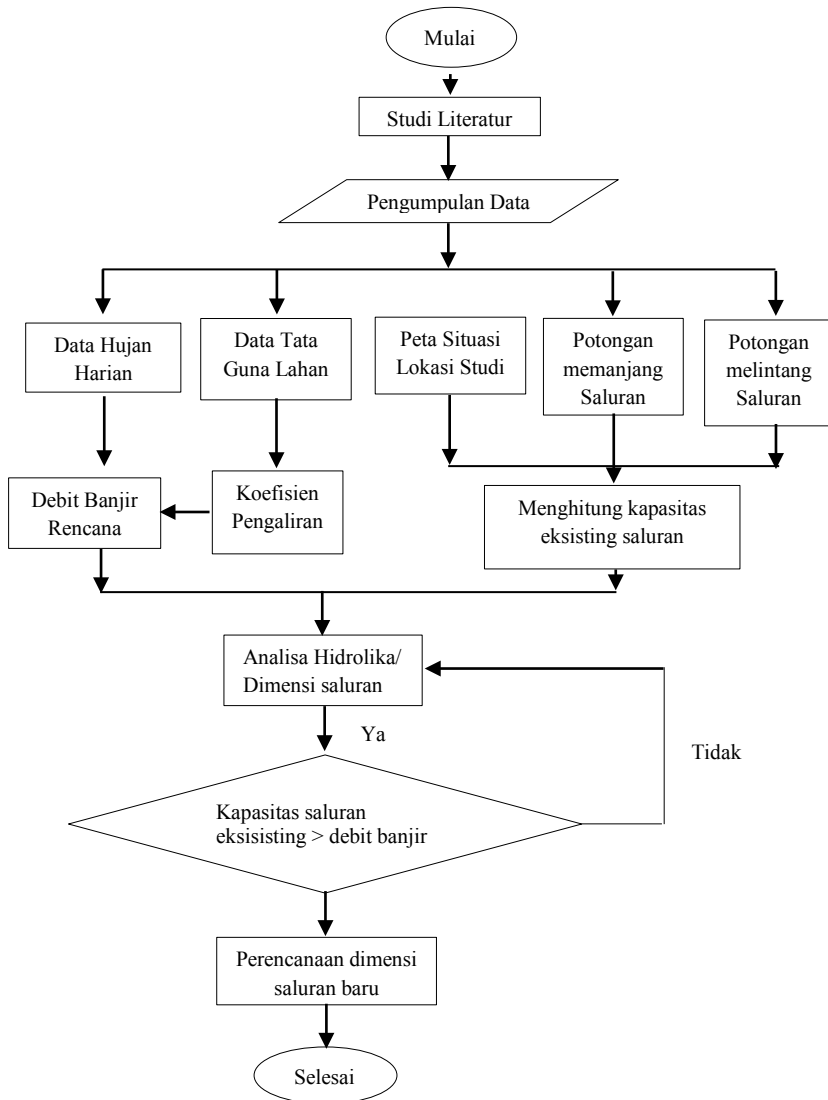
### 3.4.7 Perbandingan $Q$ *Full Bank Capacity* dengan Kapasitas Rencana

Perbandingan ini dimaksudkan untuk mengetahui manakah metode yang akan digunakan untuk mencari kapasitas rencana dengan metode rasional yang mempunyai kapasitas rencana lebih efektif dari  $Q$  *Full Bank Capacity*, sehingga dapat dipakai sebagai dasar perencanaan.

#### 3.4.8 Desain Saluran

Tujuan pembuatan desain saluran untuk memperbarui saluran eksisting di saluran tersebut.

### 3.5 Bagan Alir Penyusunan Proyek Akhir



Gambar 3. 3 Diagram Alir Metodologi Pengerjaan Tugas Akhir



## **BAB IV**

### **ANALISA DAN PERENCANAAN**

#### **4.1 Perhitungan curah hujan rata rata**

Perhitungan tinggi curah hujan rata-rata dilakukan memakai metode Aritmatik

Tabel 4. 1 Perhitungan Tinggi Hujan Rata-rata

No	Tanggal	Stasiun Wonokromo
1	7 Januari 2000	115
2	1 Maret 2001	68
3	30 Januari 2002	113
4	28 Nopember 2003	76
5	5 Maret 2004	92
6	9 Februari 2005	95
7	4 Januari 2006	100
8	22 Mei 2007	107
9	26 Nopember 2008	81
10	9 Januari 2009	104
11	3 Desember 2010	110
12	9 Nopember 2011	98
13	1 Januari 2012	106
14	23-Apr-13	87
15	19 Desember 2014	83
Jumlah		1435

*Sumber: Perhitungan*

## 4.2 Analisa Frekuensi

Tujuan dari perhitungan curah hujan harian maksimum adalah untuk mendapatkan curah hujan rencana pada setiap periode ulang yang diinginkan. Sebelum menentukan metode apa yang digunakan untuk menghitung curah hujan rencana terlebih dahulu dilakukan analisa frekuensi terhadap data curah hujan. Analisa untuk menentukan besaran hujan harian rata-rata menggunakan cara aritmatik dapat dilihat seperti tabel 4.1

Berdasarkan tabel 4.1, maka dapat menghitung parameter statistik:

Jumlah Data (n) = 15

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

$$\bar{R} = \frac{1435 \text{ mm}}{15}$$

$$\bar{R} = 95,67 \text{ mm}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{2825,33}{15-1}}$$

$$= 14,21$$

$$CS = \frac{\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^3}{S^3}$$

$$CS = \frac{\frac{n}{(15-1)(15-2)} \times (-16061,11)^3}{(14,21)^3}$$

$$= -0,46$$

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

$$Ck = \frac{(15)^2}{(15-1)(15-2)(15-3) \times (14,21)^4} \times 1118628,44$$

$$Ck = 3,25$$

Dimana:

Sd = Standart Deviasi

Ck = Koefisien Kortusis

Cs = Koefisien Skewnes

Tabel 4. 2 Perhitungan Hujan maksimum tahunan

No	Tahun	Curah Hujan rata - rata	Rangking CH					
			rata - rata (Ri)	$\bar{R}$	$(R_i - \bar{R})$	$(R_i - \bar{R})^2$	$(R_i - \bar{R})^3$	$(R_i - \bar{R})^4$
1	2000	115	115	95.67	19	373.78	7226.37	139709.83
2	2001	68	113	95.67	17	300.44	5207.70	90266.86
3	2002	113	110	95.67	14	205.44	2944.70	42207.42
4	2003	76	107	95.67	11	128.44	1455.70	16497.98
5	2004	92	106	95.67	10	106.78	1103.37	11401.49
6	2005	95	104	95.67	8	69.44	578.70	4822.53
7	2006	100	100	95.67	4	18.78	81.37	352.60
8	2007	107	98	95.67	2	5.44	12.70	29.64
9	2008	81	95	95.67	-1	0.44	-0.30	0.20
10	2009	104	92	95.67	-4	13.44	-49.30	180.75
11	2010	110	87	95.67	-9	75.11	-650.96	5641.68
12	2011	98	83	95.67	-13	160.44	-2032.30	25742.42
13	2012	106	81	95.67	-15	215.11	-3154.96	46272.79
14	2013	87	76	95.67	-20	386.78	-7606.63	149597.05
15	2014	83	68	95.67	-28	765.44	-21177.30	585905.20
$\Sigma$		1435		95.67	0	2825.33	-16061.11	1118628.44
$\bar{R}$		95.67						

*Sumber: Perhitungan*

### 4.3 Perhitungan Distribusi

Maka untuk menentukan distribusi hujan rencana yang sesuai dengan syarat-syarat paramater statistiknya dapat di lihat pada tabel 4.3

Tabel 4. 3 Nilai parameter distribusi frekuensi

No	Distribusi	Syarat Nilai	Hasil Hitungan
1	Distribusi Normal	$C_s = 0$	-0.46
		$C_k = 0$	2.83
2	Distribusi Gumbel	$C_s \leq 1,1396$	-0.46
		$C_k \leq 5,4002$	3.25
3	Distribusi Log Person Type III	$C_s \pm 0$	-0.71
		$C_k \pm 0$	2.60

*Sumber: Perhitungan*

Berdasarkan tabel 4.3 maka yang memenuhi syarat yaitu menggunakan distribusi gumbel dan distribusi log pearson tipe III.

#### 4.3.1 Metode Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel banyak digunakan untuk analisis data maksimum, berikut hasil pengolahan data dengan Metode Gumbel dapat dilihat pada tabel 4.4 :

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan dengan Metode Gumbel

No	Periode Ulang (T) tahun	$\bar{R}$	Sd	Sn	Yt	Yn	K	Rt
1	2	95.67	14.21	1.0206	0.366	0.5128	0.143	93.631
2	5	95.67	14.21	1.0206	1.499	0.5128	0.967	109.407
3	10	95.67	14.21	1.0206	2.250	0.5128	1.703	119.852
4	25	95.67	14.21	1.0206	3.1985	0.5128	2.631	133.050
5	50	95.67	14.21	1.0206	3.902	0.5128	3.321	142.841
6	100	95.67	14.21	1.0206	4.601	0.5128	4.005	152.559

Sumber : Perhitungan

Dengan penjabaran sebagai berikut :

1. Untuk periode ulang T= 2 tahun :

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} = \frac{1435}{15} = 95,67$$

$$Y_t = -\ln \left\{ \ln \frac{T-1}{T} \right\} = -\ln \left\{ \ln \frac{2-1}{2} \right\} = 0,3665 = 0,37$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{0,3665 - 0,5128}{1,0206} = -0,14$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (R_i - \bar{R})^2}{n-1}} = 14,205$$

$$\begin{aligned} R_2 &= \bar{R} + K \cdot S_d \\ &= 95,67 + (-0,14) \cdot 14,205 \\ &= 93,63 \end{aligned}$$

2. Untuk periode ulang T= 5 tahun :

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} = \frac{1435}{15} = 95,67$$

$$Y_t = -\ln \left\{ \ln \frac{T-1}{T} \right\} = -\ln \left\{ \ln \frac{5-1}{5} \right\} = 1,49$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{1,49 - 0,5128}{1,0206} = 0,96$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (R_i - \bar{R})^2}{n-1}} = 14,205$$

$$\begin{aligned} R_5 &= \bar{R} + K \cdot S_d \\ &= 95,67 + (0,96) \cdot 14,205 \\ &= 109,40 \end{aligned}$$

3. Untuk periode ulang  $T = 10$  tahun :

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} = \frac{1435}{15} = 95,67$$

$$Y_t = -\ln \left\{ \ln \frac{T-1}{T} \right\} = -\ln \left\{ \ln \frac{10-1}{10} \right\} = 2,25$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{2,25 - 0,5128}{1,0206} = 1,70$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (R_i - \bar{R})^2}{n-1}} = 14,205$$

$$\begin{aligned} R_{10} &= \bar{R} + K \cdot S_d \\ &= 95,67 + (1,70) \cdot 14,205 \\ &= 119,85 \end{aligned}$$

4. Untuk periode ulang  $T = 25$  tahun :

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} = \frac{1435}{15} = 95,67$$



$$Y_t = -\ln \left\{ \ln \frac{T-1}{T} \right\} = -\ln \left\{ \ln \frac{25-1}{25} \right\} = 3,19$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{3,19 - 0,5128}{1,0206} = 2,63$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (R_i - \bar{R})^2}{n-1}} = 14,205$$

$$\begin{aligned} R_{25} &= \bar{R} + K \cdot S_d \\ &= 95,67 + (2,63) \cdot 14,205 \\ &= 133,05 \end{aligned}$$

5. Untuk periode ulang  $T = 50$  tahun :

$$\bar{R} = \frac{\sum_1^n R_i}{n} = \frac{1435}{15} = 95,67$$

$$Y_t = -\ln \left\{ \ln \frac{T-1}{T} \right\} = -\ln \left\{ \ln \frac{50-1}{50} \right\} = 3,90$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{3,90 - 0,5128}{1,0206} = 3,32$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (R_i - \bar{R})^2}{n-1}} = 14,205$$

$$\begin{aligned} R_{50} &= \bar{R} + K \cdot S_d \\ &= 95,67 + (3,32) \cdot 14,205 \\ &= 142,84 \end{aligned}$$

6. Untuk periode ulang  $T = 100$  tahun :

$$\bar{R} = \frac{\sum_1^n R_i}{n} = \frac{1435}{15} = 95,67$$

$$Y_t = -\ln \left\{ \ln \frac{T-1}{T} \right\} = -\ln \left\{ \ln \frac{100-1}{100} \right\} = 4,60$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{4,60 - 0,5128}{1,0206} = 4,00$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (R_i - \bar{R})^2}{n-1}} = 14,205$$

$$\begin{aligned} R_{100} &= \bar{R} + K \cdot S_d \\ &= 95,67 + (4,00) \cdot 14,205 \\ &= 152,55 \end{aligned}$$

#### 4.3.2 Log Pearson Tipe III

Distribusi log pearson III digunakan apabila paramater statistic  $C_s$  dan  $C_k$  mempunyai nilai selain dari parameter statistik untuk distribusi yang lain (normal, gumbel).

Berdasarkan tabel 4.2 maka dapat menghitung parameter statistik:

$$\begin{aligned} \overline{\text{Log } R_i} &= \frac{\sum \text{Log } R_i}{N} \\ &= \frac{29,64003}{15} \\ &= 1,97600 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \overline{S_d \text{Log } R_i} &= \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } R_i - \text{Log } \bar{R})^2}{N-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,06409}{15-1}} \\ &= 0,06766 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_s &= \frac{\sum (\text{Log} R_i - \text{Log} \bar{R})^3 \times n}{(n-1)(n-2)(\overline{\text{Sd log } R_i})^3} \\
&= \frac{-0,00266 \times 15}{(15-1)(15-2)(0,06766)^3} \\
&= -0,70672
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_k &= \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{Log} R_i - \text{Log} \bar{R})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(\overline{\text{Sd log } R_i})^4} \\
C_k &= \frac{15 \times 0,00066}{(15-1)(15-2)(15-3)(0,06766)^4} \\
C_k &= 2,60078
\end{aligned}$$

Tabel 4. 5 Perhitungan Parameter Statistik log pearson tipe III

No	Tahun	CH hujan rata-rata	Log Ri	$(\text{Log } R_i - \text{Log } \bar{R})$	$(\text{Log } R_i - \text{Log } \bar{R})^2$	$(\text{Log } R_i - \text{Log } \bar{R})^3$	$(\text{Log } R_i - \text{Log } \bar{R})^4$
1	2000	115	2.06070	0.08470	0.00717	0.00061	0.00005
2	2001	113	1.83251	-0.14349	0.02059	-0.00295	0.00042
3	2002	110	2.05308	0.07708	0.00594	0.00046	0.00004
4	2003	107	1.88081	-0.09519	0.00906	-0.00086	0.00008
5	2004	106	1.96379	-0.01221	0.00015	0.00000	0.00000
6	2005	104	1.97772	0.00172	0.00000	0.00000	0.00000
7	2006	100	2.00000	0.02400	0.00058	0.00001	0.00000
8	2007	98	2.02938	0.05338	0.00285	0.00015	0.00001
9	2008	95	1.90849	-0.06752	0.00456	-0.00031	0.00002
10	2009	92	2.01703	0.04103	0.00168	0.00007	0.00000
11	2010	87	2.04139	0.06539	0.00428	0.00028	0.00002
12	2011	83	1.99123	0.01522	0.00023	0.00000	0.00000
13	2012	81	2.02531	0.04930	0.00243	0.00012	0.00001
14	2013	76	1.93952	-0.03648	0.00133	-0.00005	0.00000
15	2014	68	1.91908	-0.05692	0.00324	-0.00018	0.00001
$\Sigma$			29.64003	0.00000	0.06409	-0.00266	0.00066
Log $\bar{R}_i$			1.97600				

Sumber: Perhitungan

Dari tabel 2.4 dengan Koefisien Skewness  $C_s = -0,70672$  maka diketahui harga K seperti pada tabel 4.6

Tabel 4. 6 Nilai K untuk distribusi log pearson tipe III

Periode Ulang (tahun)	K
2	0.116
5	0.857
10	1.183
25	1.488
50	1.663
100	1.806

*Sumber: Bambang Triadmojo 2009*

Selanjutnya dapat di hitung hujan rencana dengan periode ulang (T), sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Log } R_{i2} &= \text{Log } \bar{R} + (K \times S) \\
 &= 1,976 + (0,116 \times 0,06766) \\
 &= 1,984
 \end{aligned}$$

$$R_{i2} = 96,35$$

Perhitungan selanjutnya terdapat pada tabel 4.7

Periode Ulang	Curah hujan rata-rata	Standart deviasi	Faktor distribusi	Hujan harian maksimum	Hujan harian maksimum
(T)	$\text{Log } \bar{R}_i$	$\text{SdLog } R_i$	K	$\text{Log } R_i$	$R_{it}$
2	1.976	0.06766	0.116	1.984	96.35
5	1.976	0.06766	0.857	2.034	108.14
10	1.976	0.06766	1.183	2.056	113.78
25	1.976	0.06766	1.488	2.077	119.31
50	1.976	0.06766	1.663	2.089	122.61
100	1.976	0.06766	1.806	2.098	125.37

Tabel 4. 7 Perhitungan hujan rencana metode log pearson tipe III

*Sumber: Perhitungan*

#### 4.4 Uji Kecocokan Distribusi Hujan

Dalam menentukan distribusi curah hujan yang di pakai, maka lakukan perhitungan uji kecocokan dengan menggunakan data hujan yang telah tersedia. Perhitungan uji kecocokan harus dilakukan karena masing-masing perhitungan distribusi hujan memiliki sifat statistik yang khas. Pemilihan distribusi yang tidak tepat dapat mengakibatkan kesalahan perkiraan yang mungkin cukup besar. Parameter uji kecocokan yang sering di pakai adalah metode Chi-Kuadrat dan metode Smirnov-Kolmogorov.

##### 4.4.1 Uji Chi Kuadrat Distribusi Log Pearson III

1. Hitung jumlah kelas (K):

Dapat diketahui sebelumnya bahwa  $n = 15$

$$\begin{aligned}
 K &= 1 + 3,322 \log n \\
 &= 1 + 3,322 \cdot \log 15 \\
 &= 4.9069752 \approx 5
 \end{aligned}$$

Dimana :

K = jumlah kelas

n = jumlah data = 15

2. Hitung Derajat kebebasan (DK)

$$\begin{aligned} DK &= K - (P+1) \\ &= 5 - (2+1) \\ &= 2 \end{aligned}$$

Dimana :

DK = Derajat kebebasan

K = Jumlah kelas

P = Parameter hujan ( biasanya diambil P=1 untuk distribusi *Poisson dan Gumbel* sedangkan P=2 untuk distribusi normal dan binomial)

3. Mencari harga  $X^2$  Cr dilihat dari derajat kebebasan (DK) dan taraf signifikasi(X) dengan melihat tabel

4. Hitung nilai yang diharapkan (EF)

$$\begin{aligned} EF &= \frac{n}{K} \\ &= \frac{15}{5} \\ &= 3 \end{aligned}$$

Dimana :

EF = Nilai yang diharapkan

n = Jumlah data = 15

5. Hitung  $X^2$ Cr

$$X^2 \text{Cr} = \sum_{i=1}^N \frac{(O_F - E_F)^2}{E_F}$$

Dimana :

Cr = Koefisien skewness  
 X = Taraf signifikasi  
 EF = Nilai yang diharapkan  
 OF = Nilai yang diamati

Dari tabel 4.7. di dapat  $X^2$  Cr hasil hitungan = 2,00

6. Bandingkan  $X^2$  Cr hasil tabel dengan  $X^2$  Cr hasil hitungan.

$X^2$  Cr tabel = 5,99

$X^2$  Cr hasil hitungan = 4,00

Syarat :

$X^2$  Cr hitungan <  $X^2$  Cr tabel

4,00 < 5,99

Kesimpulan :

Maka data-data curah hujan yang sudah diolah tersebut memenuhi syarat, sehingga Metode Distribusi Log Person Type III dapat digunakan.

Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan  $X^2$  Cr Distribusi Log Pearson Type III

No	Variabel			Of	Ef	$(Of-Ef)^2$	$(Oi-Ei)^2/Ei$	
1	batas 1		$\leq$	1,89	2	3	1	0,33
2	batas 2	1,89	$<x\leq$	1,94	4	3	0	0,33
3	batas 3	1,94	$<x\leq$	1,98	3	3	1	0,00
4	batas 4	1,98	$<x\leq$	2,01	4	3	1	0,33
5	batas 5	2,01	$<x$		6	3	9	3,00
Jumlah				19	15	12	4,00	

Sumber : Perhitungan

#### 4.4.2 Uji Smirnov Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov – Kolmogorof, sering juga di sebut uji kecocokan non parametik karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Prosedurnya adalah sebagai berikut :



1. Urutkan data hujan dari yang terbesar hingga yang terkecil atau sebaliknya.
2. Tentukan nilai masing – masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data(persamaan distribusinya).
3. Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.
4. Berdasarkan tabel nilai kritis (smirnov – kolmogorf test) tentukan harga DO
5. Apabila  $D < DO$  maka distribusi teoritis dapat di terima. Tetapi jika  $D > DO$  maka distribusi teoritis tidak dapat di terima.

Perhitungan Uji Smirnov untuk Log Person III

Diketahui :

$$N = 15$$

$$\overline{\log R} = 1,98$$

$$\overline{Sd \log R} = 0,068$$

$$P(X) = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{15+1} = 0,06$$

$$P(X<) = 1 - P(X) = 1 - 0,06 = 0,94$$

$$F(t) = \frac{\log R - \overline{\log R}}{\overline{Sd \log R}}$$

$$= \frac{2,06 - 1,976}{0,067} = 1,25$$

Berdasar Tabel Wilayah Luas Dibawah Kurva Normal dengan nilai  $F(t) = 1,25$ , maka diperoleh  $P'(X) =$

$$\frac{m}{n-1} = 0,07$$

$$P'(X<) = 1 - P(X) = 0,93$$

$$D = -(P'(X<) - P(X)) = 0,009$$

Dari perhitungan di atas didapatkan  $D_{\text{maksimum}} = 0,134$ . Data pada peringkat (m) ke-1, sedangkan harga  $D_0$  adalah  $D_0 = \frac{1,36}{\sqrt{n}} = 0,35$ . Karena  $D_{\text{max}} < D_0$ ,  $0,134 < 0,35$ , maka uji Distribusi Log Pearson Type III dapat digunakan. Perhitungan uji Smirnov-Kolmogorov distribusi Log Pearson Type III disajikan pada tabel 4.9

No	Tahun	R	Log R	m	$P(x) = \frac{m}{n+1}$	$\frac{P(X <) }{1-P(X)}$	$f(t) = \frac{\log x - \overline{\log R}}{\overline{sd} \log R}$	$P'(x) = \frac{m}{n-1}$	$\frac{P'(X <) }{1-P'(X)}$	D
1	2000	115	2.06	1	0.06	0.94	1.25	0.071	0.929	0.009
2	2002	113	2.05	2	0.13	0.88	1.14	0.143	0.857	0.018
3	2010	110	2.04	3	0.19	0.81	0.97	0.214	0.786	0.027
4	2007	107	2.03	4	0.25	0.75	0.79	0.286	0.714	0.036
5	2012	106	2.03	5	0.31	0.69	0.73	0.357	0.643	0.045
6	2009	104	2.02	6	0.38	0.63	0.61	0.429	0.571	0.054
7	2006	100	2.00	7	0.44	0.56	0.35	0.500	0.500	0.063
8	2011	98	1.99	8	0.50	0.50	0.22	0.571	0.429	0.071
9	2005	95	1.98	9	0.56	0.44	0.03	0.643	0.357	0.080
10	2004	92	1.96	10	0.63	0.38	-0.18	0.714	0.286	0.089
11	2013	87	1.94	11	0.69	0.31	-0.54	0.786	0.214	0.098
12	2014	83	1.92	12	0.75	0.25	-0.84	0.857	0.143	0.107
13	2008	81	1.91	13	0.81	0.19	-1.00	0.929	0.071	0.116
14	2003	76	1.88	14	0.88	0.13	-1.41	1.000	0.000	0.125
15	2001	68	1.83	15	0.94	0.06	-2.12	1.071	-0.071	0.134
D <sub>maks</sub>										0.134

Tabel 4. 9 Perhitungan smirnov kolmogorov untuk log pearson III

*Sumber : Perhitungan*

#### 4.5 Perhitungan Hujan Rencana

Curah Hujan Rencana akan digunakan dalam perhitungan debit rencana. Dari hasil uji distribusi yang digunakan telah terpilih metode Log Pearson III dan disajikan dalam bentuk tabel 4.7

Dimana :

- Periode ulang 2 tahun akan dipakai untuk perhitungan debit rencana di saluran tersier
- Periode ulang 5 tahun akan dipakai untuk perhitungan debit rencana di saluran sekunder
- Periode ulang 10 tahun akan dipakai untuk perhitungan debit rencana di saluran primer

#### 4.6 Perhitungan Intensitas Hujan

Dari hasil perhitungan curah hujan rencana dapat diketahui besarnya intensitas curah hujan periode ulang 2, 5, dan 10 tahun dengan menggunakan metode Mononobe, yaitu :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[ \frac{24}{t_c} \right]^{2/3}$$

Dengan  $t_c = t_o + t_f$

Dimana:  $t_o = 0,0195 \left[ \frac{L_o}{\sqrt{S}} \right]^{0,77}$

$$t_f = \frac{L}{V}$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} . I^{1/2}$$

Berikut perhitungan intensitas curah hujan dengan periode ulang 2, 5, dan 10 tahun pada saluran sekunder ngagel jaya selatan di titik 1

Diketahui :

$$\text{Panjang saluran (L)} = 114,8 \text{ m}$$

$$\text{Beda Tinggi } (\Delta H) = 0,429$$

$$\text{Miring dasar lahan (I}_o) = \frac{\Delta H}{L} = \frac{0,429}{114,8} = 0,003737$$

Jarak titik terjauh DAS dengan inlet saluran  $L_o$

$$L_o = 559,2 \text{ m}$$

$$V = 72 \left[ \frac{\Delta H}{L} \right]^{0,6}$$

$$V = 72 \left[ \frac{0,429}{114,8} \right]^{0,6}$$

$$V = 2,517$$

Perhitungan waktu konsentrasi ( $t_c$ )

$$t_o = 0,0195 \left[ \frac{559,2}{\sqrt{0,003737}} \right]^{0,77}$$

$$= 17,279 \text{ menit}$$

$$= 0,365 \text{ jam}$$

$$t_f = \frac{L}{V}$$

$$t_f = \frac{114,8}{2,517} \times 3600$$

$$= 0,013 \text{ jam}$$

$$t_c = t_o + t_f$$

$$t_c = 0,365 + 0,013$$

$$= 0,378 \text{ jam}$$

Intensitas curah hujan periode ulang 2 tahun

$$R_{24} = 96,35 \text{ mm}$$

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3} = \frac{96,35}{24} \cdot \left( \frac{24}{0,378} \right)^{2/3} = 63,949 \text{ mm/jam}$$

Intensitas curah hujan periode ulang 5 tahun

$$R_{24} = 108,14 \text{ mm}$$

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3} = \frac{108,14}{24} \cdot \left( \frac{24}{0,378} \right)^{2/3} = 71,775 \text{ mm/jam}$$

Intensitas curah hujan periode ulang 10 tahun

$$R_{24} = 113,78 \text{ mm}$$

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3} = \frac{113,78}{24} \cdot \left( \frac{24}{0,378} \right)^{2/3} = 75,515 \text{ mm/jam}$$

Untuk perhitungan intensitas curah hujan seluruh saluran dapat dilihat pada tabel 4.11

Tabel 4. 10 Perhitungan Intesitas Curah Hujan Saluran Tersier

Nama Saluran	L	L <sub>o</sub>	I <sub>o</sub>	R2	R5	R10	T <sub>o</sub>	V	Tf	Tc	Intensitas (mm/jam)		
Saluran Tersier	(m)			(mm)	(mm)	(mm)		(m/det)	(jam)	(jam)	2 tahun	5 tahun	10 tahun
Barata	559.2	397.3	0.000358	96.35	108.14	113.78	0.692	0.616	0.252	0.944	34.704	38.951	40.980
Upajiwa	333.45	157.85	0.00096	96.35	108.14	113.78	0.232	1.113	0.083	0.316	72.045	80.861	85.074
Ngagel Tirtosari	689.1	263.55	0.000203	96.35	108.14	113.78	0.627	0.439	0.436	1.064	32.056	35.978	37.853
A-A	137	59.6	0.000365	96.35	108.14	113.78	0.159	0.623	0.061	0.220	91.544	102.746	108.100
B-B	94.25	85.2	0.001167	96.35	108.14	113.78	0.134	1.252	0.021	0.155	115.746	129.911	136.679
Ngagel Dadi 3	316.05	208.1	0.000506	96.35	108.14	113.78	0.368	0.758	0.116	0.484	54.209	60.843	64.013
Ngagel Timur	620.75	282.8	0.000226	96.35	108.14	113.78	0.636	0.467	0.369	1.005	33.283	37.356	39.302
C-C	568.5	205.55	0.000123	96.35	108.14	113.78	0.628	0.325	0.486	1.114	31.076	34.879	36.696
Krukah Utara	288.55	96.15	0.000485	96.35	108.14	113.78	0.206	0.739	0.108	0.315	72.183	81.016	85.237
Ngagel Mulyo 14	1266.85	282.95	0.000103	96.35	108.14	113.78	0.862	0.291	1.209	2.071	20.562	23.078	24.280

*Sumber : Perhitungan*

Nama Saluran	L	L <sub>o</sub>	I <sub>o</sub>	R2	R5	R10	t <sub>o</sub>	V	t <sub>f</sub>	t <sub>c</sub>	Intensitas (mm/jam)		
	(m)	(m)		(mm)	(mm)	(mm)	(jam)	(m/s)	(jam)	(jam)	2 Thn	5 Thn	10 Thn
Ngagel Baru II	114.8	559.2	0.003737	96.35	108.14	113.78	0.365	2.517	0.013	0.378	63.949	71.775	75.515
Makam Ngagel Rejo	213.4	689.1	0.001598	96.35	108.14	113.78	0.594	1.512	0.039	0.633	45.285	50.827	53.475
Ngagel Dadi V	210.6	316.05	0.001391	96.35	108.14	113.78	0.344	1.391	0.042	0,676	43.386	48.695	51.232
Krukah Utara	446.5	620.75	0.000688	96.35	108.14	113.78	0.759	0.911	0.136	0.895	35.973	40.375	42.479
Krukah Lama	284.4	1266.85	0.001667	96.35	108.14	113.78	0.934	1.550	0.051	0.985	33.731	37.859	39.831

Tabel 4. 11 Perhitungan Intesitas Curah Hujan Saluran Sekunder Ngagel Jaya Selatan

*Sumber : Perhitungan*



Tabel 4. 12 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Saluran Primer Kali Sumo

Nama Saluran	L (m)	L <sub>o</sub> (m)	I <sub>o</sub>	R2 (mm)	R5 (mm)	R10 (mm)	t <sub>o</sub> (jam)	V (m/s)	t <sub>f</sub> (jam)	t <sub>c</sub> (jam)	Intensitas (mm/jam)		
											2 Thn	5 Thn	10 Thn
Kali Sumo													
Titik A – B	187.3	304.85	0.001975	96.35	108.14	113.78	0.292	1.717	0.030	0.323	71.015	79.706	83.859
Titik B – C	229.95	341.85	0.000913	108.14	113.78	119.31	0.430	1.081	0.059	0.489	60.421	63.570	66.663
Titik C – D	327.6	934.15	0.000611	113.78	119.31	122.61	1.088	0.849	0.107	1.195	35.023	36.727	37.742

*Sumber Perhitungan*

#### 4.7 Perhitungan Koefisien Pengaliran (C)

Perhitungan koefisien pengaliran berdasarkan luas daerah tangkapan hujan dan tata guna lahan wilayah serta nilai koefisien pengaliran yang ditentukan.

Nilai koefisien pengaliran (C) yang diambil untuk beberapa tata guna lahan sebagai berikut

Daerah pemukiman sangat padat	= 0,85
Perkuburan	= 0,18
Daerah sekitar rel kereta api	= 0,3
Pertamanan	= 0,3
Jalan	= 0,8
Perhitungan Koefisien pengaliran (C), pada saluran sekunder Ngagel Jaya Selatan	

$$C_{gab} = \frac{A_1 C_1 + A_2 C_2 + \dots + A_n C_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

$$C_{gab} = \frac{1,94 \times 0,85 + 0,17 \times 0,18 + 0,13 \times 0,3 + 0,02 \times 0,3 + 0,25 \times 0,8}{1,94 + 0,17 + 0,13 + 0,02 + 0,25}$$

$$C_{gab} = \frac{2,51}{1,923}$$

$$C_{gab} = 0,767$$

Perhitungan koefisien pengaliran (C), pada saluran sekunder Ngagel Jaya Selatan dapat dilihat pada tabel 4.12

Tabel 4. 13 Perhitungan koefisien pengaliran Ngagel Jaya Selatan

Jenis Lahan	C	A(km <sup>2</sup> )	CxA
Daerah pemukiman sangat padat	0.85	1.94	1.647
Perkuburan	0.18	0.17	0.031
Daerah sekitar rel kereta api	0.3	0.13	0.039
Pertamanan	0.3	0.02	0.006
jalan	0.8	0.25	0.20
	jumlah	2.51	1.923
Koefisien pengaliran rata-rata (C)			0.767

*Sumber : Perhitungan*

Perhitungan Koefisien pengaliran (C), Pada saluran prime kali Sumo

$$C_{gab} = \frac{A_1 C_1 + A_2 C_2 + \dots + A_n C_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

$$C_{gab} = \frac{0,88 \times 0,85 + 0,30 \times 0,8 + 0,25 \times 0,3 + 0,13 \times 0,6}{0,88 + 0,30 + 0,25 + 0,13}$$

$$C_{gab} = \frac{1,56}{1,144}$$

$$C_{gab} = 0,732$$

Perhitungan koefisien pengaliran (C), pada saluran sekunder Ngagel Jaya Selatan dapat dilihat pada tabel 4.13

Tabel 4. 14 Perhitungan koefisien pengaliran prime kali sumo

Jenis Lahan	C	A(km <sup>2</sup> )	CxA
Daerah pemukiman sangat padat	0.85	0.88	0.751
Jalan	0.8	0.30	0.240
Perkantoran	0.3	0.25	0.075
Perindustrian	0.6	0.13	0.078
	jumlah	1.56	1.144
Koefisien pengaliran rata-rata (C)			0.732

*Sumber : Perhitungan*

#### 4.8 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Dengan menggunakan metode Rasional perhitungan debit banjir rencana dari data yang telah diperoleh maka dapat dihitung debit banjir rencananya. Sebagai contoh perhitungan debit banjir rencana metode Rasional sebagai berikut :

Perhitungan debit banjir rencana Saluran sekunder Ngagel Jaya Selatan di titik 1.

Diketahui :

$\beta = 1$  , Koefisien Penyebaran Hujan, dengan luas DAS 0 – 4 Km<sup>2</sup> maka  $\beta = 1$

C = 0,767

I<sub>2</sub> = 75,080 mm/jam

I<sub>5</sub> = 84,268 mm/jam

I<sub>10</sub> = 88,658 mm/jam

A = 0,688 km<sup>2</sup>

Debit banjir rencana

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot \beta \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$Q_2 = \frac{1}{3,6} \cdot 1.0767.75,080.0,688$$

$$Q_2 = 11,011 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_5 = \frac{1}{3,6} \cdot 1.0767.84,268.0,688$$

$$Q_5 = 12,348 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{10} = \frac{1}{3,6} \cdot 1.0767.88,658.0,688$$

$$Q_{10} = 12,992 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk perhitungan berikutnya bisa dilihat pada tabel 4.14

Tabel 4. 15 Perhitungan Debit Banjir Rencana Saluran Tersier

Nama Saluran Saluran Tersier	Intensitas (mm/jam)			C	A (km)	Qrencana (m3/det)		
	2 tahun	5 tahun	10 tahun			2 Thn	5 Thn	10 Thn
Barata	34.704	38.951	40.980	0.767	0.288	2.132	2.3930	2.518
Upajiwa	72.045	80.861	85.074	0.767	0.056	0.852	0.9566	1.006
Ngagel Tirtosari	32.056	35.978	37.853	0.767	0.185	1.266	1.4208	1.495
A-A	91.544	102.746	108.100	0.767	0.022	0.436	0.4891	0.515
B-B	115.746	129.911	136.679	0.767	0.022	0.551	0.6184	0.651
Ngagel Dadi 3	54.209	60.843	64.013	0.767	0.071	0.816	0.9155	0.963
Ngagel Timur	33.283	37.356	39.302	0.767	0.089	0.629	0.7059	0.743
C-C	31.076	34.879	36.696	0.767	0.108	0.715	0.8024	0.844
Krukah Utara	72.183	81.016	85.237	0.767	0.056	0.855	0.9598	1.010
Ngagel Mulyo 14	20.562	23.078	24.280	0.767	0.340	1.487	1.6689	1.756

*Sumber : Perhitungan*

Tabel 4. 16 Perhitungan Debit Banjir Rencana Saluran Sekunder Ngagel Jaya Selatan

Nama Saluran	Intensitas (mm/jam)			C	A (km <sup>2</sup> )	Qrencana (m <sup>3</sup> /det)		
	2 Thn	5 Thn	10 Thn			2 Thn	5 Thn	10 Thn
Ngagel Baru II	63.949	71.775	75.515	0.767	0.688	9.371	10.518	11.066
Makam Ngagel Rejo	45.285	50.827	53.475	0.767	1.104	10.644	11.946	12.569
Ngagel Dadi V	43.386	48.695	51.232	0.767	1.245	11.503	12.911	13.583
Krukah Utara	35.973	40.375	42.479	0.767	1.500	11.492	12.899	13.571
Krukah Lama	33.731	37.859	39.831	0.767	2.508	18.017	20.221	21.275

*Sumber : Perhitungan*

Saluran Primer Kali Sumo	Intensitas (mm/jam)			C	A (km <sup>2</sup> )	Qrencana (m <sup>3</sup> /det)		
	2 Thn	5 Thn	10 Thn			2 Thn	5 Thn	10 Thn
Titik A – B	71.015	79.706	83.859	0.732	0.045	0.654	0.734	0.772
Titik B – C	60.421	63.570	66.663	0.732	0.162	1.983	2.087	2.188
Titik C – D	35.023	36.727	37.742	0.732	1.564	11.130	11.671	11.994

Tabel 4. 17 Perhitungan Debit Banjir Rencana Saluran Primer Kali Sumo

*Sumber : Perhitungan*

- Untuk saluran Tersier menggunakan Qrencana 2 Tahun
- Untuk saluran Sekunder Ngagel Jaya Selatan menggunakan Qrencana 5 Tahun
- Untuk saluran Primer Kali Sumo menggunakan Qrencana 10 Tahun



#### **4.10 Analisa Kapasitas Tampung Saluran (*Full Bank Capacity*)**

Analisa kapasitas tampung saluran (*full bank capacity*) merupakan analisa hidrolika dengan maksud untuk melakukan evaluasi kapasitas tampung saluran dengan debit banjir rencana periode ulang 5 tahun sekunder, 10 tahun untuk saluran primer.

Full Bank Capacity adalah besarnya debit tampungan pada saluran sesuai dengan keadaan di lapangan. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan penampang saluran untuk menampung limpasan air hujan.

Rumus kecepatan rata – rata pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus Manning, karena rumus ini mempunyai bentuk yang sangat sederhana tetapi memberikan hasil yang memuaskan, oleh karena itu rumus ini dapat digunakan secara luas sebagai rumus aliran seragam dalam kapasitas saluran.

Berdasarkan data kondisi eksisting diketahui bahwa saluran berpenampang segi empat dan trapesium sehingga kapasitas saluran dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

#### 4.10.1 Perhitungan Full Bank Capacity Di Saluran Primer Kali Sumo

Saluran Kali Sumo Titik A

Data Saluran :

- Panjang saluran (L) = 187,3 m
- Kemiringan dasar saluran ( $I_o$ ) = 0,000427
- Lebar saluran (b) = 8 m
- Kedalaman saluran (h) = 2,425 m
- Miring dinding saluran (m) = 1,56 m
- Koef. Kekasaran Manning = 0,015
- Luas penampang basah  

$$A = (b + m \cdot h) \cdot h$$

$$= (8 + 1,56 \cdot 2,425) \cdot 2,425$$

$$= 28,574 \text{ m}^2$$
- Keliling basah  

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

$$= 8 + 2 \cdot 2,425\sqrt{1 + 1,56^2}$$

$$= 16,987 \text{ m}$$
- Jari – jari hidrolis  

$$R = A/P$$

$$= 28,574/16,987$$

$$= 1,682 \text{ m}$$
- Kecepatan aliran :  

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$= 1/0,015 \cdot 1,682^{2/3} \cdot 0,000427^{1/2}$$

$$= 1,949 \text{ m/det}$$
- Debit saluran :  

$$Q = V \cdot A$$

$$= 1,949 \cdot 28,574$$

$$= 55,683 \text{ m}^3/\text{det}$$

Perbandingan dengan hasil hitungan hidrologi yang menggunakan metode Rasional mendapatkan nilai debit sebesar  $0,772 \text{ m}^3/\text{det}$  yang berarti saluran tidak meluber, karena full bank capacity saluran Primer Kali Sumo sebesar  $55,683 \text{ m}^3/\text{det}$ .

#### 4.10.2 Perhitungan Full Bank Capacity Di Saluran sekunder Ngagel Jaya Selatan

Saluran Ngagel Jaya Selatan Titik 1

Data Saluran :

- Panjang saluran (L) = 114,8 m
- Kemiringan dasar saluran ( $I_0$ ) = 0,002056
- Lebar saluran (b) = 4,2 m
- Kedalaman saluran (h) = 1,85 m
- Miring dinding saluran (m) = 0 m
- Koef. Kekasaran Manning = 0,015
- Luas penampang basah :  

$$A = b \cdot h$$

$$= 4,2 \cdot 1,85$$

$$= 7,766 \text{ m}^2$$
- Keliling basah :  

$$P = b + 2h$$

$$= 4,2 + 2 \cdot 1,85$$

$$= 7,898 \text{ m}$$
- Jari – jari hidrolis :  

$$R = A/P$$

$$= 7,766/7,898$$

$$= 0,983 \text{ m}$$
- Kecepatan aliran :  

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$= 1/0,015 \cdot 0,983^{2/3} \cdot 0,002056^{1/2}$$

$$= 2,989 \text{ m/det}$$

- Debit saluran :  

$$Q = V \cdot A$$

$$= 2,989 \cdot 7,766$$

$$= 23,211 \text{ m}^3/\text{det}$$

Perbandingan dengan hasil hitungan hidrologi yang menggunakan metode Rasional mendapatkan nilai debit sebesar 12,348 m<sup>3</sup>/det yang berarti saluran tidak meluber, karena full bank capacity saluran Primer Kali Sumo sebesar 23,211 m<sup>3</sup>/det.

#### **4.11 Evaluasi Debit Limpasan dan Debit Eksisting**

Dari perhitungan kapasitas saluran kemudian dievaluasi antara kapasitas saluran eksisting dengan debit limpasan hujan, hal ini bertujuan untuk mengetahui tindakan apa yang perlu dilakukan apabila saluran eksisting ternyata tidak mampu menampung debit limpasan. Untuk memudahkan menganalisis dan membandingkan antara kapasitas debit saluran eksisting dengan debit limpasan, maka hasil perhitungan ditampilkan dalam bentuk tabel 4.19

Tabel 4. 18 Perhitungan Saluran Sekunder Tersier Untuk Periode Ulang Hujan 2 Tahun (*Full Bank Capacity*)

Nama Saluran Saluran Tersier	L (m)	$I_0$	n	Jenis Saluran	B (m)	H (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R	V (m/det)	Q tampungan (m <sup>3</sup> /det)	Q rencana (m <sup>3</sup> /det)	Kondisi
Barata	559.2	0.000715	0.025	Persegi	0.2	0.3	0.06	0.80	0.075	0.190	0.011	2.132	Meluber
Upajiwa	333.45	0.00126	0.025	Persegi	0.2	0.3	0.06	0.80	0.075	0.252	0.015	0.852	Meluber
Ngagel Tirtosari	689.1	0.000348	0.025	Persegi	0.8	0.9	0.72	2.60	0.277	0.317	0.228	1.266	Meluber
A-A	137	0.00073	0.025	Persegi	0.65	0.8	0.52	2.25	0.231	0.407	0.212	0.436	Meluber
B-B	94.25	0.001167	0.025	Persegi	0.65	0.8	0.52	2.25	0.231	0.515	0.268	0.551	Meluber
Ngagel Dadi 3	316.05	0.000633	0.025	Persegi	0.6	0.5	0.3	1.60	0.188	0.330	0.099	0.816	Meluber
Ngagel Timur	620.75	0.000338	0.025	Persegi	0.8	0.7	0.56	2.20	0.255	0.295	0.165	0.629	Meluber
C-C	568.5	0.000299	0.025	Persegi	0.6	0.8	0.48	2.20	0.218	0.251	0.12	0.715	Meluber
Krukah Utara	288.55	0.000693	0.025	Persegi	0.6	0.7	0.42	2.00	0.21	0.372	0.156	0.855	Meluber
Ngagel Mulyo 14	1266.85	0.000158	0.025	Persegi	1.2	1.25	1.5	3.70	0.405	0.275	0.413	1.487	Meluber

*Sumber : Perhitungan*

Tabel 4. 19 Perhitungan Saluran Sekunder Ngagel Jaya Selatan Untuk Periode Ulang Hujan 5 Tahun  
(Full Bank Capacity)

Nama Saluran	L (m)	$I_o$	n	Jenis Saluran	B (m)	H (m)	m	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	V (m/det)	Q tampungan (m <sup>3</sup> /det)	Q rencana (m <sup>3</sup> /det)	Kondisi
Ngagel Baru II	114.8	0.002056	0.015	persegi	4.20	1.85	0.00	7.766	7.898	0.983	2.989	23.211	10.518	Aman
Makam Ngagel Rejo	213.4	0.001598	0.015	persegi	1.70	1.27	0.00	2.159	4.240	0.509	1.699	3.669	11.946	Meluber
Ngagel Dadi V	210.6	0.0017	0.015	persegi	3.00	1.72	0.00	5.160	6.440	0.801	2.371	12.235	12.911	Meluber
Krukah Utara	446.5	0.000732	0.015	Trapesium	2.90	1.54	0.46	5.570	6.297	0.885	1.662	9.260	12.899	Meluber
Krukah Lama	284.4	0.001667	0.015	Trapesium	6.60	2.11	0.61	16.633	11.541	1.441	3.473	57.758	20.221	Aman

*Sumber : Perhitungan*

Tabel 4. 20 Perhitungan Saluran Primer Kali Sumo Untuk Periode Ulang Hujan 10 Tahun (*Full Bank Capacity*)

Saluran Primer	L	$I_o$	n	Jenis	B	H	m	A	P	R	V	Q tampungan	Q rencana	Kondisi
Kali Sumo	(m)			saluran	(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/det)	(m <sup>3</sup> /det)		
Titik A-B	187.3	0.000427	0.015	trapesium	8	2.425	1.56	28.574	16.987	1.682	1.949	55.683	0.772	Aman
Titik B-C	229.95	0.000931	0.015	trapesium	8	2.206	0.87	21.882	13.848	1.580	2.759	60.373	2.188	Aman
Titik C-D	327.6	5.19E-05	0.015	trapesium	7.5	2.28	0.96	22.090	13.821	1.598	0.657	14.502	11.994	Aman

*Sumber : Perhitungan*



Dari tabel 4.19 dapat di simpulkan bahwa pada saluran sekunder yaitu pada titik pengamatan 2,3 dan 4. Saluran yang ada tidak mampu menampung debit yang direncanakan sehingga air meluber. Untuk mengatasi hal ini perencanaan ulang saluran perlu dilakukan.(tabel 4.22)

Tabel 4. 21 Perencanaan Ulang Saluran (redesign) Tersier

Nama Saluran	0	I <sub>o</sub>	n	Jenis	B	H	A	P	R	V	Q tampungan	Q rencana	Kondisi
Saluran Tersier	I <sub>o</sub>			Saluran	(m)	(m)	(m2)	(m)		(m/det)	(m3/det)	(m3/det)	
Saluran Barata	0.000715	(m)	0.025	Persegi	1.7	1.8	3.06	5.3	0.577	0.742	2.270	2.132	Aman
saluran upajiwa	0.00126	0.3	0.025	Persegi	1.2	1	1.2	3.2	0.375	0.738	0.886	0.852	Aman
saluran ngagel tirtosari	0.000348	0.3	0.025	Persegi	1.8	1.5	2.7	4.8	0.563	0.509	1.373	1.266	Aman
A-A	0.00073	0.9	0.025	Persegi	1	0.9	0.9	2.8	0.321	0.507	0.456	0.436	Aman
B-B	0.001167	0.8	0.025	Persegi	1	0.9	0.9	2.8	0.321	0.641	0.577	0.551	Aman
Saluran ngagel dadi 3	0.000633	0.8	0.025	Persegi	1.5	1	1.5	3.5	0.429	0.572	0.858	0.816	Aman
saluran ngagel timur	0.000338	0.5	0.025	Persegi	1.4	1.1	1.54	3.6	0.428	0.418	0.643	0.629	Aman
C-C	0.000299	0.7	0.025	Persegi	1.5	1.2	1.8	3.9	0.462	0.413	0.744	0.715	Aman
Saluran krukah utara	0.000693	0.8	0.025	Persegi	1.5	1	1.5	3.5	0.429	0.599	0.898	0.855	Aman
Saluran ngagel mulyo 14	0.000158	0.7	0.025	Persegi	2	2	4	6	0.667	0.384	1.534	1.487	Aman

*Sumber : Perhitungan*

Tabel 4. 22 Perencanaan Ulang Saluran (redesign) Sekunder Ngagel Jaya Selatan

Nama Saluran	L (m)	$I_o$	n	Jenis Saluran	B (m)	H (m)	m	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	V (m/det)	Q tampungan (m <sup>3</sup> /det)	Q rencana (m <sup>3</sup> /det)	Kondisi
ngagel baru II	114.8	0.002056	0.015	persegi	4.20	1.85	0.00	7.766	7.898	0.983	2.989	23.211	10.518	Aman
makam ngagel rejo	213.4	0.001598	0.015	persegi	3.50	1.50	0.00	5.250	6.500	0.808	2.311	12.134	11.946	Aman
ngagel dadi V	210.6	0.0017	0.015	persegi	3.00	1.90	0.00	5.700	6.800	0.838	2.444	13.929	12.991	Aman
krukah utara	446.5	0.000732	0.015	Trapesium	3.50	1.90	0.46	8.311	7.683	1.082	1.901	15.800	12.899	Aman
krukah lama	284.4	0.001667	0.015	Trapesium	6.60	2.11	0.61	16.633	11.541	1.441	3.473	57.758	20.221	Aman

*Sumber : Perhitungan*

Pada tabel 4.22 kami meredesain saluran yang kami anggap tidak memadai, yaitu 2,3,dan 4

- Sebagai contoh di titik pengamatan 2, lebar saluran yang sebelumnya sebesar 1,70 meter kami perlebar menjadi 3,5 meter.

Hasil tersebut kami anggap cukup memadai untuk menampung debit banjir rencana periode ulang 5 tahun.

#### 4.12 Pengaruh Aliran Balik (Back Water)

Dalam perencanaan sistem drainase saluran Ngagel Jaya Selatan yang memiliki *outlet* pada saluran Kali Sumo, diperlukan tinjauan terjadinya *backwater*, karena saluran Kali Sumo elevasi muka air lebih tinggi dari saluran Ngagel Jaya Selatan. Untuk lebih mematangkan perencanaan sistem drainase ini, dilakukan hitungan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh *backwater* di outlet sistem drainase kawasan Ngagel Jaya Selatan pada saluran Kali Sumo. Daerah kawasan tersebut hanya mengkaji pengaruh *backwater* bilamana di saluran Kali Sumo memiliki 5 buah pompa air terletak di muara Kali Sumo. Serta adanya Boezem bratang yang berfungsi sebagai penampungan sementara air dari Kali Sumo yang alirannya menuju Kali Wonokromo.

##### 4.12.1 Pengaruh Back Water Pada Saluran Kali Sumo

Pada saluran Kali Sumo terdapat data sebagai berikut :

b	= 6,6 m
h	= 1.112 m
$I_o$	= 0,001667
Q	= 20,221 m <sup>3</sup> /det
Tinggi Pasang	= 2,043 m
n	= 0,015
$\alpha$	= 1
g	= 9,8 m/det <sup>2</sup>
m	= 0,61

perhitungan *back water* sebagai berikut :

- Tahap 1
- y = 2,043m
- A = (b + m . h) h  
 = (6,6 + 0,61 . 2,043) . 2,043  
 = 16,031 m

$$\begin{aligned}
 - \quad P &= b + 2h \sqrt{1 + m^2} \\
 &= 6,6 + 2 \cdot 2,043 \cdot \sqrt{1 + 0,61^2} \\
 &= 11,387 \text{ m} \\
 - \quad R &= A/P \\
 &= 16,031/11,387 \\
 &= 1,408 \text{ m} \\
 - \quad R^{4/3} &= 1,408^{4/3} \\
 &= 1,578 \text{ m} \\
 - \quad V &= Q/A \\
 &= 20,221/16,031 \\
 &= 1,261 \text{ m/det} \\
 - \quad \alpha \frac{v^2}{2g} &= 1 \frac{1,261^2}{2 \cdot 9,8} \\
 &= 0,081 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Tahap 2
- $y = 1,9 \text{ m}$
- $A = (b + m \cdot h) h$   
 $= (6,6 + 0,61 \cdot 1,9) \cdot 1,9$   
 $= 14,742 \text{ m}$
- $P = b + 2h \sqrt{1 + m^2}$   
 $= 6,6 + 2 \cdot 1,9 \cdot \sqrt{1 + 0,61^2}$   
 $= 11,051 \text{ m}$
- $R = A/P$   
 $= 14,742/11,051$   
 $= 1,334 \text{ m}$
- $R^{4/3} = 1,334^{4/3}$   
 $= 1,468 \text{ m}$
- $V = Q/A$   
 $= 20,221/14,742$   
 $= 1,372 \text{ m/det}$
- $\alpha \frac{v^2}{2g} = 1 \frac{1,372^2}{2 \cdot 9,8}$   
 $= 0,096 \text{ m}$
- $E = y + \alpha \frac{v^2}{2g}$   
 $= 1,9 + 0,096$   
 $= 2,00 \text{ m}$
- $If = \frac{n^2 + V^2}{R^{4/3}}$   
 $= \frac{0,015^2 + 1,372^2}{1,468}$   
 $= 0,00023$
- $\overline{If} = (If_1 + If_2)/2$   
 $= (0,00023 + 0,00029)/2$   
 $= 0,00026$
- $I_o - \overline{If} = 0,001667 - 0,00026$   
 $= 0,00141$
- $\Delta E = E_1 - E_2$

$$\begin{aligned}
 &= 2,12 - 2,00 \\
 &= 0,13 \text{ m} \\
 - \quad \Delta X &= \frac{\Delta E}{I_o - I_f} \\
 &= \frac{0,13}{0,00141} \\
 &= 91,09 \\
 - \quad X &= 91,09 \text{ m (nilai komulatif dari } \Delta X)
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.23



Tabel 4. 23 Perhitungan Pengaruh *Back Water*

No	y	A	P	R	$R^{4/3}$	V	$\alpha(v^2/2g)$	E	$\Delta E$	If	Ifrat	Io-Ifrat	$\Delta X$	x
1	2.043	16.031	11.387	1.408	1.578	1.261	0.081	2.12	-	0.00023	-	-	-	-
2	1.9	14.742	11.051	1.334	1.468	1.372	0.096	2.00	0.13	0.00029	0.00026	0.00141	91.09	91.09
3	1.8	13.856	10.817	1.281	1.391	1.459	0.109	1.91	0.09	0.00034	0.00032	0.00135	64.68	155.77
4	1.7	12.983	10.583	1.227	1.313	1.558	0.124	1.82	0.08	0.00042	0.00038	0.00129	65.98	221.74
5	1.6	12.122	10.348	1.171	1.235	1.668	0.142	1.74	0.08	0.00051	0.00046	0.00121	67.85	289.60
6	1.5	11.273	10.114	1.115	1.156	1.794	0.164	1.66	0.08	0.00063	0.00057	0.00110	70.74	360.34
7	1.4	10.436	9.880	1.056	1.076	1.938	0.192	1.59	0.07	0.00079	0.00071	0.00096	75.58	435.92
8	1.3	9.611	9.646	0.996	0.995	2.104	0.226	1.53	0.07	0.00100	0.00089	0.00077	84.95	520.87
9	1.2	8.798	9.411	0.935	0.914	2.298	0.270	1.47	0.06	0.00130	0.00115	0.00052	109.19	630.06
10	1.112171	8.095	9.206	0.879	0.842	2.498	0.318	1.43	0.04	0.00167	0.00148	0.00018	212.50	842.56

*Sumber : Perhitungan*

Dari perhitungan di atas dapat dilihat bahwa pengaruh *backwater* berpengaruh sepanjang 842,56 m atau 0,843 km dari Kali Sumo sehingga mempengaruhi tinggi muka air di *outlet* sistem drainase saluran Ngagel Jaya Selatan, tetapi hal ini dapat diabaikan dikarenakan terdapat 5 pompa air di muara Kali Sumo. Serta adanya Boezem batang yang berfungsi sebagai penampungan sementara air dari Kali Sumo yang alirannya menuju Kali Wonokromo.

*“ Halaman Ini Sengaja di Kosongkan “*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

- Debit banjir rencana untuk periode ulang 5 tahun dan 10 tahun pada saluran sekunder Ngagel Jaya Selatan sebesar  $Q_5 = 20,211 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $Q_{10} = 21,275 \text{ m}^3/\text{det}$ .
- Pada saluran sekunder Ngagel Jaya Selatan ada 3 titik pengamatan yang tidak dapat menampung debit rencana yaitu titik 2,3 dan 4 .
- Alternatif pemecahannya apabila saluran drainase yang tidak dapat menampung debit banjir rencana maka dilakukan pembangunan saluran baru (*redesign*)

#### **5.2 Saran**

Ada beberapa saran untuk mengantisipasi dan mengurangi genangan air yang terjadi di daerah Ngagel Tirtosari

- Mengoptimalkan kapasitas yang ada , kegiatan ini mencakup perbaikan dan peningkatan kapasitas saluran dan pembangunan pelengkap yang telah ada.
- Saluran sekunder Ngagel Jaya Selatan harus segera di perbesar dengan dimensi yang mampu mengalirkan debit banjir rencana.
- Saluran harus segera di perbesar dengan dimensi yang mampu mengalirkan debit banjir rencana.

## DAFTAR PUSTAKA

Chow, VT, (1964), *Hidrologi Saluran Terbuka*, Airlangga, Jakarta.

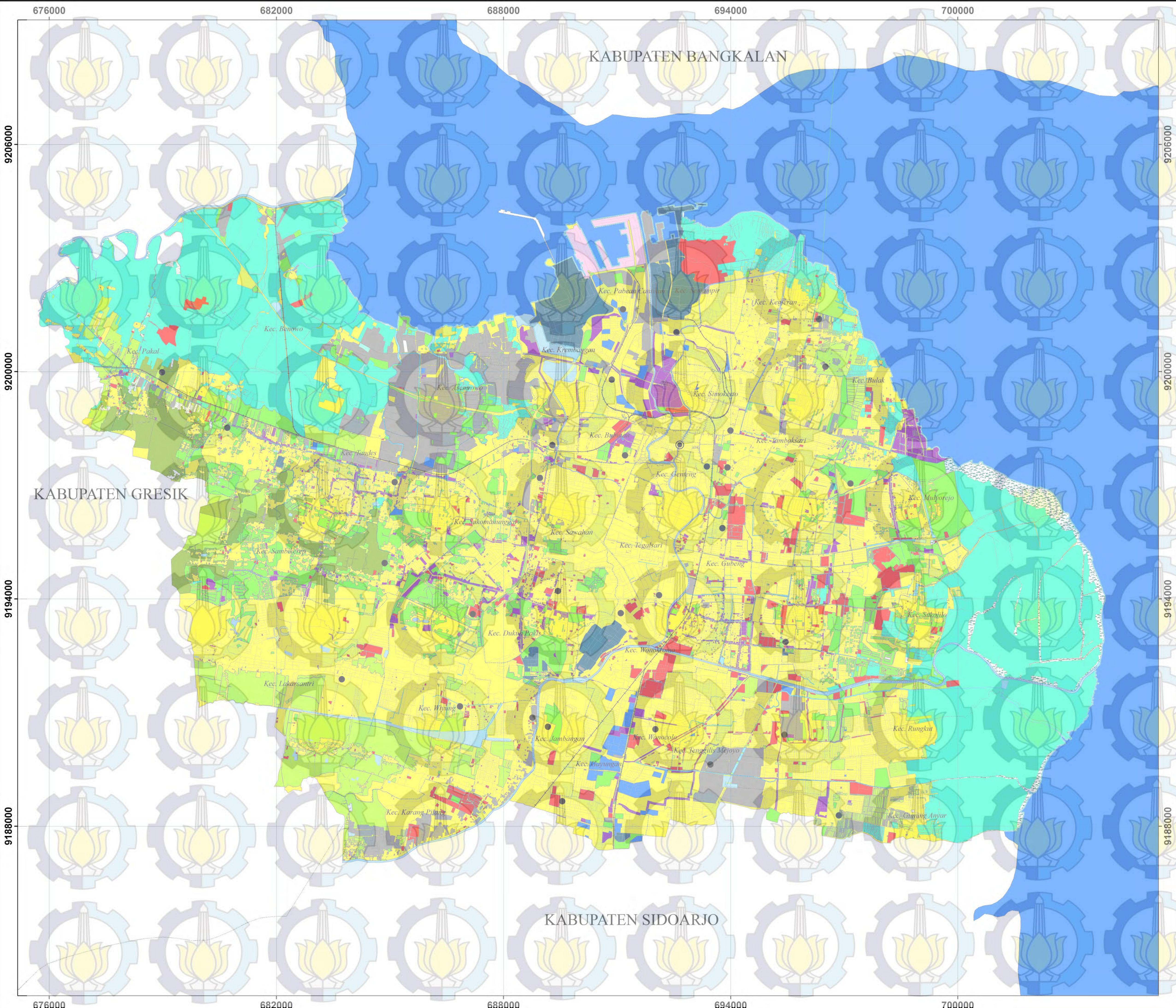
Pemerintah Kota Surabaya, (2000), *SDMP 2018*, MAC DONALD CAMBRIDGE ASSOCIATES, Surabaya.

Soemarto, CD, (1995), *Hidrologi Teknik*, Penerbit Erlangga Jakarta.

Suripin, (2003), *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Yogyakarta.

Triatmodjo, B, (2010), *Hidrologi Terapan*, Yogyakarta.





PEMERINTAH KOTA SURABAYA

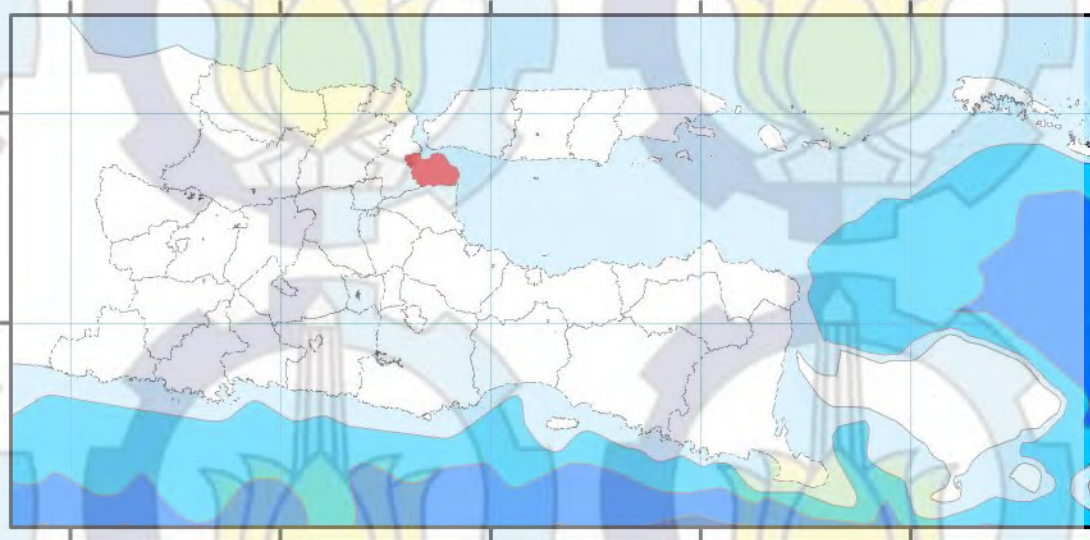
RENCANA TATA RUANG WILAYAH  
KOTA SURABAYA

PETA PENGGUNAAN LAHAN EKSISTING  
KOTA SURABAYA



Sistem Proyeksi : Universal Transverse Mercator  
Proyeksi Sistem Koordinat : WGS 84 Zone 49 S  
Datum : D\_WGS\_1984

INSET PETA



Daerah Yang Dipetakan

Legend

- Batas Provinsi
- Batas Kabupaten/kota
- Batas Kecamatan
- Batas Kelurahan
- Pusat Pemerintahan Provinsi
- Pusat Pemerintahan Kota
- Pusat Kecamatan
- Jalan
- Jalur KA
- Sungai
- Garis Pantai
- Danau

Penggunaan Lahan Eksisting

- |                          |               |
|--------------------------|---------------|
| Boezem                   | TPA           |
| Fasilitas Umum           | RTH           |
| Industri dan Pergudangan | Raw           |
| Kawasan Militer          | Sawah         |
| Mangrove                 | Semak Belukar |
| Perdagangan dan Jasa     | Tegalan       |
| Kawasan Pelabuhan        | Sungai        |
| Perkantoran              | Tambak        |
| Permukiman               | Terminal      |

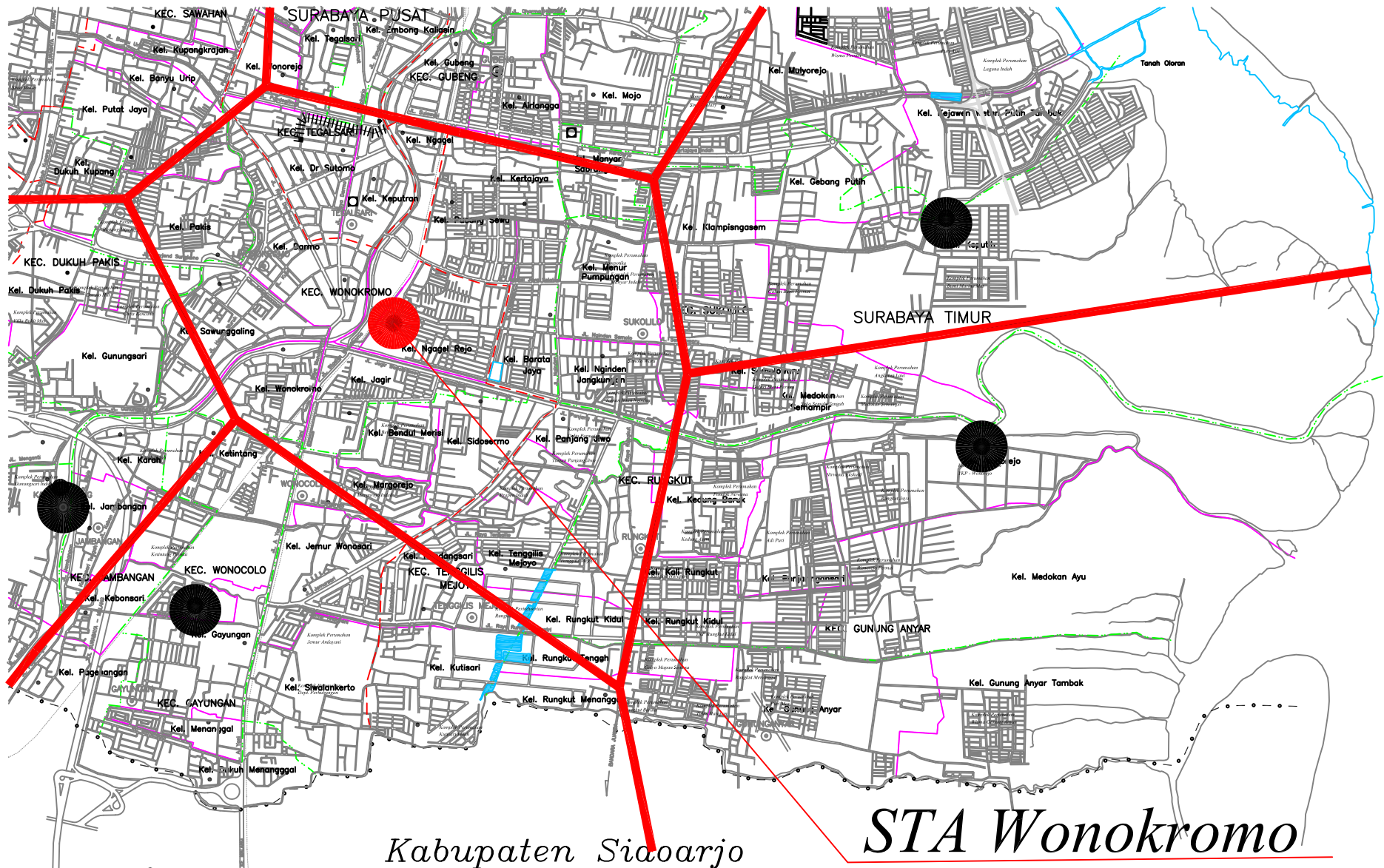
Sumber :  
- Sebagai Peta Dasar adalah Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1 : 25.000 yang diterbitkan oleh BAKOSURTANAL, yang dikompilasikan dengan CITRA IKONOS tahun 2009  
- Hasil Kajian Tim Teknis RTRW Kota Surabaya Tahun 2009

Catatan:  
Batas Administrasi (Batas Propinsi, Batas Kota/Kab, dan Batas Kecamatan) Merupakan Batas Indikatif

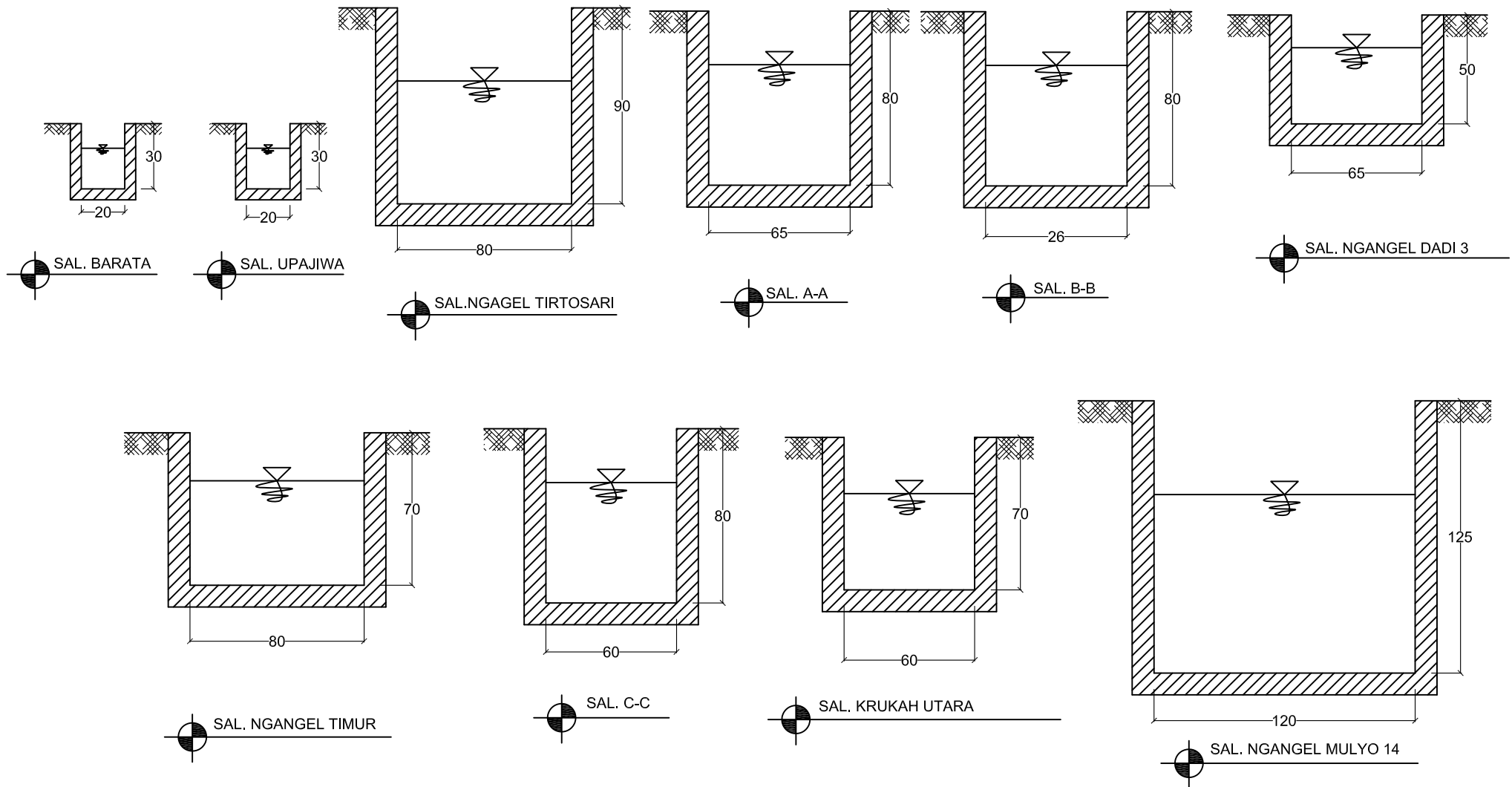
LAMPIRAN:  
PERATURAN DAERAH KOTA SURABAYA  
NOMOR TAHUN  
TENTANG  
RENCANA TATA RUANG WILAYAH KOTA SURABAYA


WALIKOTA SURABAYA  
  
Ir. Tri Rismaharini, MT.



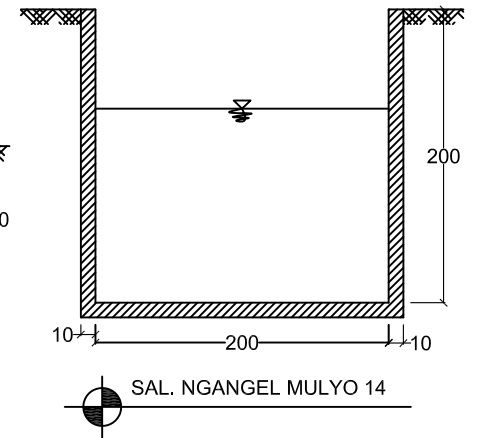
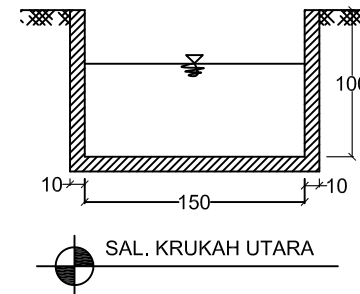
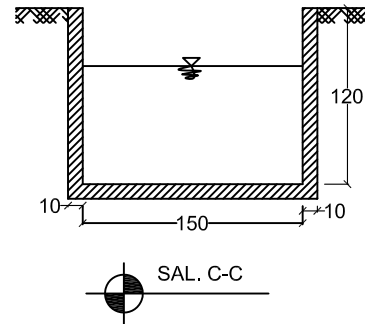
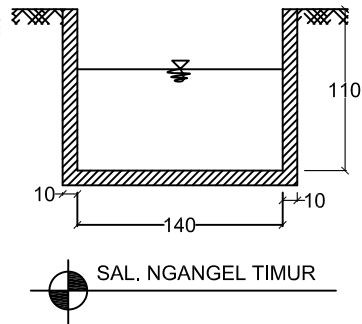
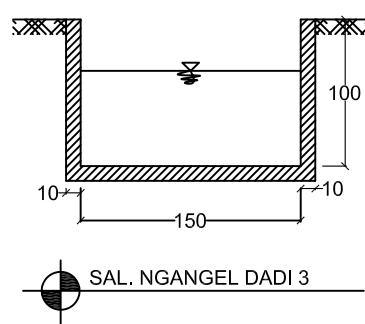
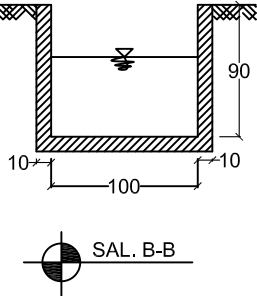
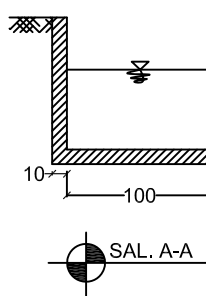
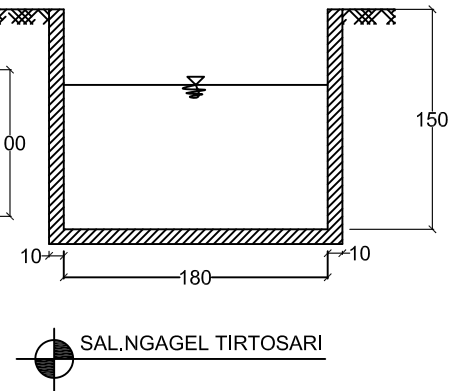
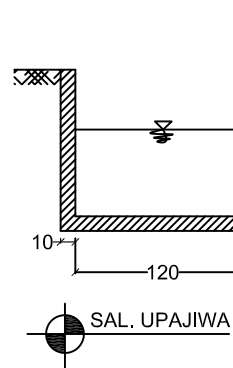
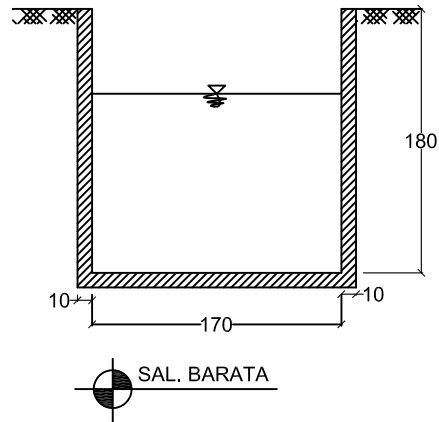



Judul Gambar	
PETA STASIUN HUJAN	
Dosen Pembimbing	Mahasiswa
Ir. FX Didik Hariyanto, CES NIP. 19590329 198811 1 001	Fadhella Rizky P NRP. 3112030108 Heri Saputra Manurung NRP. 3112030119
Judul Proyek Akhir	
PERENCANAAN TEKNIS DRAINASE SALURAN SEKUNDER NGAGEL JAYA SELATAN DAERAH NGAGEL TIRTOSARI KOTA SURABAYA	

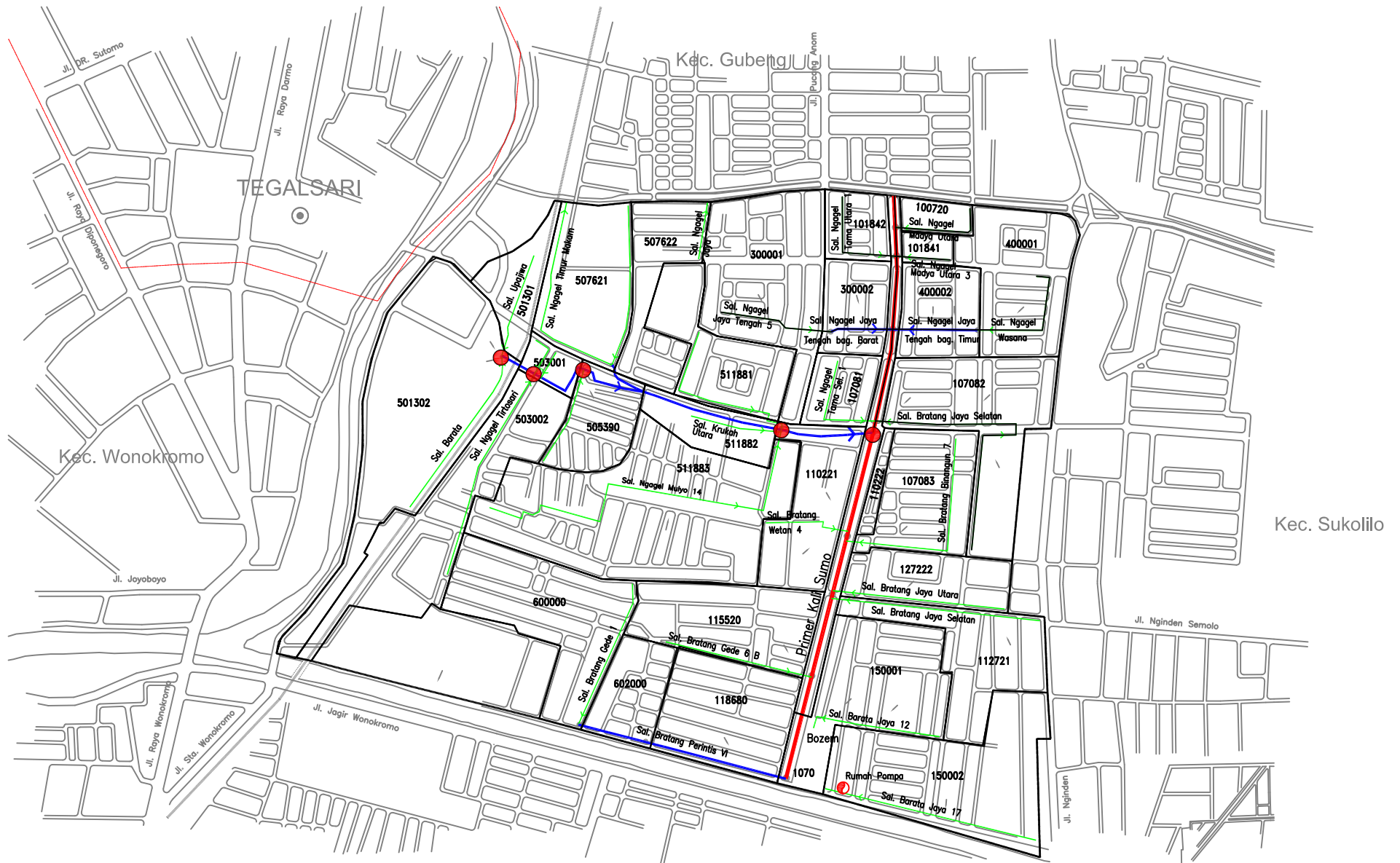


 <b>ITS</b> Institut Teknologi Sepuluh Nopember SURABAYA 2015		Judul Gambar	
DIPLOMA III TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2015		Eksisting Saluran tersier	
Judul Proyek Akhir		Dosen Pembimbing	Mahasiswa
PERENCANAAN TEKNIS DRAINASE SALURAN SEKUNDER NGAGEL JAYA SELATAN DAERAH NGAGEL TIRTOSARI KOTA SURABAYA		Ir. FX Didik Harijanto, CES NIP. 19590329 198811 1 001	Fadhellah Rizky P NRP. 3112030108 Heri Saputra Manurung NRP. 3112030119





 <p>DIPLOMA III TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2015</p>		Judul Gambar	
Judul Proyek Akhir		Rencana Saluran tersier	
PERENCANAAN TEKNIS DRAINASE SALURAN SEKUNDER NGAGEL JAYA SELATAN DAERAH NGAGEL TIRTOSARI KOTA SURABAYA		Dosen Pembimbing	Mahasiswa
		Ir. FX Didik Harijanto, CES NIP. 19590329 198811 1 001	Fadhella Rizky P NRP. 3112030108 Heri Saputra Manurung NRP. 3112030119

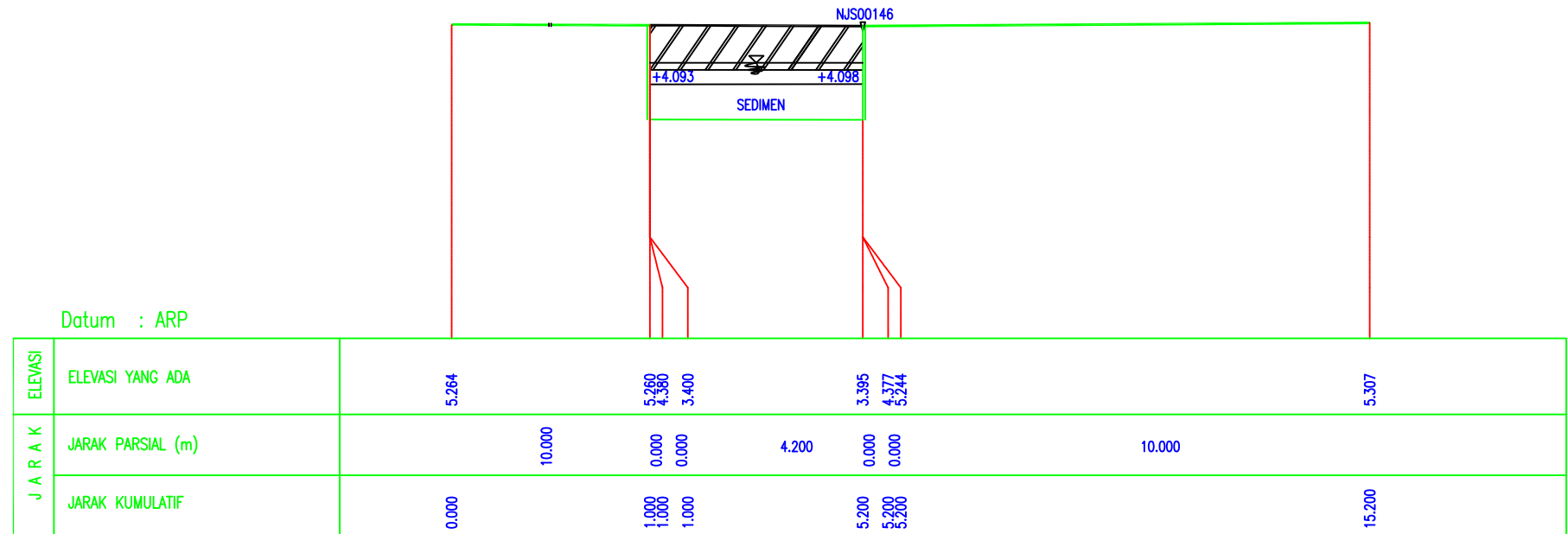


Keterangan :

- Saluran Primer
- Saluran Sekunder
- Saluran Tersier

<p style="text-align: center;">Judul Gambar</p> <p style="text-align: center;"><b>Skema Jaringan</b></p>	
<p style="text-align: center;">Dosen Pembimbing</p> <p style="text-align: center;">Ir. FX Didik Hariyanto, CES NIP. 19590329 198811 1 001</p>	<p style="text-align: center;">Mahasiswa</p> <p style="text-align: center;">Fadhella Rizky P NRP. 3112030108 <b>Heri Saputra Manurung</b> NRP. 3112030119</p>
<p style="text-align: center;">Judul Proyek Akhir</p> <p style="text-align: center;">PERENCANAAN TEKNIK DRAINASE SALURAN SEKUNDER NGAGEL JAYA SELATAN DAERAH NGAGEL TIRTOSARI KOTA SURABAYA</p>	

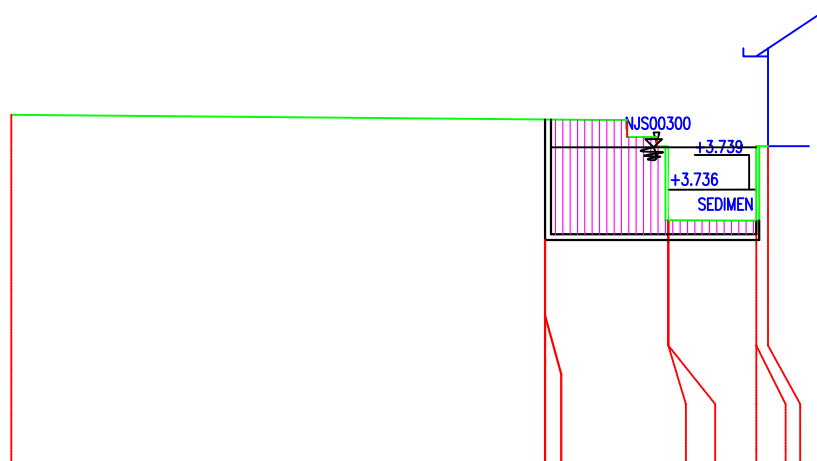




NJS  
00146

POTONGAN MELINTANG

Judul Gambar	
Saluran Sekunder	
Dosen Pembimbing	Mahasiswa
Ir. FX Didik Harijanto, CES NIP. 19590329 198811 1 001	Fadhella Rizky P NRP. 3112030108 Heri Saputra Manurung NRP. 3112030119
Judul Proyek Akhir	
PERENCANAAN TEKNIS DRAINASE SALURAN SEKUNDER NGAGEL JAYA SELATAN DAERAH NGAGEL TIRTOSARI KOTA SURABAYA	




Datum : ARP

ELEVASI	ELEVASI EKSISTING	5.013		4.476	3.215	3.209	4.479
	ELEVASI RENCANA	5.013	4.476 2.976			2.979	4.479 4.479
J A R A K	JARAK PARSIAL EKSISTING (m)		10.000		0.000	1.500	0.000
	JARAK PARSIAL RENCANA (m)		8.000	0.100	3.500	0.000	0.200



## POTONGAN MELINTANG

 <b>ITS</b> Institut Teknologi Sepuluh Nopember SURABAYA 2015		Judul Gambar	
		Saluran Sekunder	
DIPLOMA III TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2015 <b>Judul Proyek Akhir</b> PERENCANAAN TEKNIS DRAINASE SALURAN SEKUNDER NGAGEL JAYA SELATAN DAERAH NGAGEL TIRTOSARI KOTA SURABAYA		Dosen Pembimbing	Mahasiswa
		Ir. FX Didik Harijanto, CES NIP. 19590329 198811 1 001	Fadhella Rizky P NRP. 3112030108 Heri Saputra Manurung NRP. 3112030119

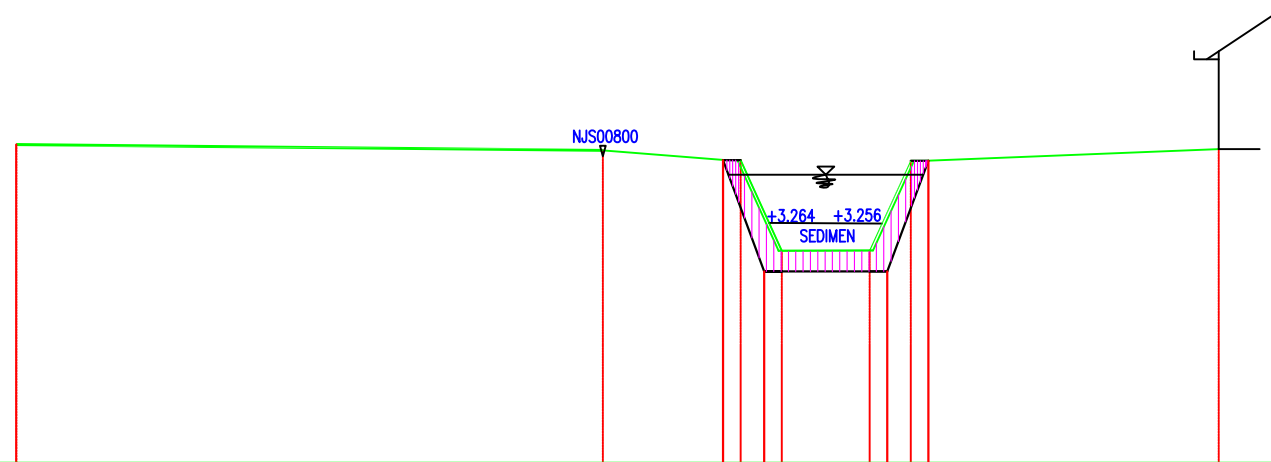
Datum : ARP

ELEVASI	ELEVASI EKSISTING	4.578	4.593	4.398	2.873	2.888	4.393	4.587	4.608
	ELEVASI RENCANA	4.578	4.593	4.398	2.893	2.887	4.393	4.587	4.608
J A R A K	JARAK PARSIAL EKSISTING (m)	10.000	0.000	0.000	3.000	0.000	0.000	10.000	
	JARAK PARSIAL RENCANA (m)	10.000	0.000	0.000	3.000	0.000	0.000	10.000	



## POTONGAN MELINTANG

 <b>ITS</b> Institut Teknologi Sepuluh Nopember		Judul Gambar	
DIPLOMA III TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2015		Saluran Sekunder	
Judul Proyek Akhir		Dosen Pembimbing	Mahasiswa
PERENCANAAN TEKNIS DRAINASE SALURAN SEKUNDER NGAGEL JAYA SELATAN DAERAH NGAGEL TIRTOSARI KOTA SURABAYA		<u>Ir. FX Didik Harijanto, CES</u> NIP: 19590329 198811 1 001	<u>Fadhella Rizky P</u> NRP: 3112030108 <u>Heri Saputra Manurung</u> NRP: 3112030119




Datum : ARP

ELEVASI	ELEVASI EKSISTING	4.507	4.408	4.240	2.697	2.701	4.229	4.429
	ELEVASI RENCANA		4.408	4.240	2.347	2.329	4.229	4.429
JARAK	JARAK PARSIAL EKSISTING (m)	10.000	2.100	0.700	1.500	0.700	5.000	
	JARAK PARSIAL RENCANA (m)	10.000	1.800	0.700	2.100	0.700	4.700	



## POTONGAN MELINTANG

 DIPLOMA III TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2015		Judul Gambar	
Judul Proyek Akhir		Saluran Sekunder	
PERENCANAAN TEKNIK DRAINASE SALURAN SEKUNDER NGAGEL JAYA SELATAN DAERAH NGAGEL TIRTOSARI KOTA SURABAYA		Dosen Pembimbing	Mahasiswa
		Ir. FX Didik Harijanto, CES NIP. 19590329 198811 1 001	Fadhell Rizky P NRP. 3112030108 Heri Saputra Manurung NRP. 3112030119

Datum : ARP

ELEVASI	ELEVASI YANG ADA	4.493	4.395	4.281	2.212	2.208	4.493
J A R A K	JARAK PARSIAL (m)	10.000	5.300	0.250	0.900	0.000	3.000
	JARAK KUMULATIF	0.000	10.000	15.300	16.450	23.050	26.900



Judul Gambar	
Saluran Sekunder	
Dosen Pembimbing	Mahasiswa
Ir. FX Didik Harijanto, CES NIP. 19590329 198811 1 001	Fadhella Rizky P NRP. 3112030108 Heri Saputra Manurung NRP. 3112030119



Judul Proyek Akhir


PERENCANAAN TEKNIS DRAINASE SALURAN SEKUNDER NGAGEL JAYA  
SELATAN DAERAH NGAGEL TIRTOSARI KOTA SURABAYA







**POTONGAN MEMANJANG SEKUNDER**  
Skala Horizontal 1 : 50  
Skala Vertical 1 : 20

 <div>DIPLOMA III TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2015</div>		Judul Gambar	
Judul Proyek Akhir PERENCANAAN TEKNIS DRAINASE SALURAN SEKUNDER NGAGEL JAYA SELATAN DAERAH NGAGEL TIRTOSARI KOTA SURABAYA		Saluran Sekunder	
		Dosen Pembimbing Ir. FX Didik Harijanto, CES NIP: 19590329 198811 1 001	Mahasiswa Fadhella Rizky P NRP: 3112030108 Heri Saputra Manurung NRP: 3112030119

## **Biodata Penulis**



Penulis yang bernama Fadhella Rizky Previaswary, dilahirkan di Surabaya pada 02 Juli 1994. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Pembina Surabaya, SDN Kendang Sari V Surabaya, SMPN 13 Surabaya, SMA Muhammadiyah Surabaya, Penulis mengikuti Tes Masuk Program Diploma III Teknik Sipil yang diselenggarakan oleh ITS Surabaya dan diterima di Jurusan DIII Teknik Sipil FTSP-ITS tahun

2012 Bidang Studi Bangunan Air dan terdaftar dengan NRP. 3112.030.108.

## **Biodata Penulis**



Penulis yang bernama Heri Saputra Manurung, dilahirkan di Hutabayu pada 05 Mei 1994. Penulis merupakan anak keempat dari lima bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN No 091537 Hutabayuraja, pada tahun 2000 – 2006, SMP Swasta RK Budi Mulia Pematangsiantar, pada tahun 2006 – 2009, dan SMA Swasta RK Bintang Timur Pematangsiantar, pada tahun 2009 – 2012. Setelah lulus dari SMA Swasta RK Bintang

Timur Pematangsiantar, penulis mengikuti ujian masuk Diploma Reguler ITS dan diterima di jurusan Diploma III Teknik Sipil pada tahun 2012 dan terdaftar dengan nomor NRP 3112030119. Di jurusan Teknik Sipil ini penulis mengambil konsentrasi bidang Bangunan Air.